STIINTA PENTRU TOTI
116

STERIE CIULACHE

Orașul și clima

Știința pentru toți

Cunoștințe despre om și societate

CS/43

COLECȚIA „ȘTIINȚA PENTRU TOȚI"
apare sub egida
CONSILIULUI NAȚIONAL
al
FRONTULUI DEMOCRAȚIEI ȘI UNITĂȚII SOCIALISTE

STERIE CIULACHE

Orașul și clima

EDITURA ȘTIINȚIFICĂ ȘI ENCICLOPEDICĂ
București, 1980

Coperta colecției : EUGEN KERRY

INTRODUCERE

Orașul, cel mai de seamă dintre semnele înscrise de ființa umană pe fața planetei Pămînt, joacă un rol covîrșitor în modificarea structurilor economice și social-culturale ale diferitelor teritorii. Dar influența lui modificatoare se exercită în egală măsură și asupra mediului înconjurător cu care întreține relații ce tind, în multe cazuri, să conducă la apariția unor dezechilibre naturale, cu consecințe dintre cele mai nefavorabile asupra calității vieții urbane. Plămădit din cărămizi și beton, din sticlă și din fier, din piatră și din asfalt, orașul se extinde neîncetat, înghițind iarba și pădurea, micșorînd suprafețele acoperite cu soluri fertile, tulburînd rîurile limpezi și întunecînd strălucirea Soarelui. Firește, influența orașului asupra diferitelor componente ale mediului înconjurător nu se reduce la atît. Interrelațiile deja cunoscute sînt mult prea ample și profunde pentru a putea fi prezentate în cele cîteva zeci de pagini, cît numără cartea de față. Tocmai de aceea ea își propune să analizeze succint numai aspectele esențiale ale interacțiunii orașului cu clima, respectiv modul cum landșaftul artificial al orașului, constituind o suprafață activă de un tip cu totul special, introduce în regimul diurn și anual al radiației

solare schimbări importante care, împreună cu modificările aduse circulației atmosferice, generează pe fondul climatic general o climă aparte numită și „topoclimă urbană" sau „clima locală a orașului".

Prezentînd relația reciprocă dintre oraș și climă, lucrarea de față încearcă să ofere cunoașterii generale o latură esențială a ansamblului relațiilor dintre om și mediul său ambiant.

1. ORAȘUL, FACTOR GENETIC AL PROPRIEI SALE TOPOCLIME

Prin modificările pe care suprafața sa activă le aduce radiației solare și circulației atmosferice, orașul își creează o topoclimă proprie, sensibil diferențiată de cea a regiunilor înconjurătoare. Acțiunea lui se datorează mai multor factori de influență specifici, dintre care unii au caracter constant, iar alții, variabil.

Caracterul constant al celor dintîi trebuie înțeles în chip relativ, el rezultînd numai din comparația cu cei din urmă. În realitate și valoarea acțiunii lor se modifică, atît de-a lungul unui șir de ani, cît și pe parcursul unui singur an.

Pornind de la sistemul de referință menționat, principalii factori de influență cu caracter constant, specifici orașului, sînt : materialul de construcție din care este alcătuit orașul, profilul accidentat, sistemul de canalizare și spațiile verzi.

1.1. Materialul de construcție al orașului

Spre deosebire de localitățile rurale, acoperite în cea mai mare parte cu vegetație dezvoltată pe un sol umed și poros ce nu modifică prea mult condi-

ţiile climatice ale locului respectiv, oraşul prezintă o suprafaţă activă cu însuşiri fizice net diferenţiate. Aceasta se compune din tabla, ţigla şi betonul acoperişurilor, piatra şi betonul zidurilor, asfaltul şi pavajul străzilor etc., care acoperă într-o proporţie covîrşitoare spaţiul urban şi joacă un rol extrem de important în modificarea condiţiilor lui termice şi de umezeală.

Influenţa materialelor de construcţie amintite se datorează, pe de o parte, căldurii specifice mici şi conductibilităţii calorice mari pe care o au, iar, pe de altă parte, slabei permeabilităţi sau impermeabilităţii lor totale.

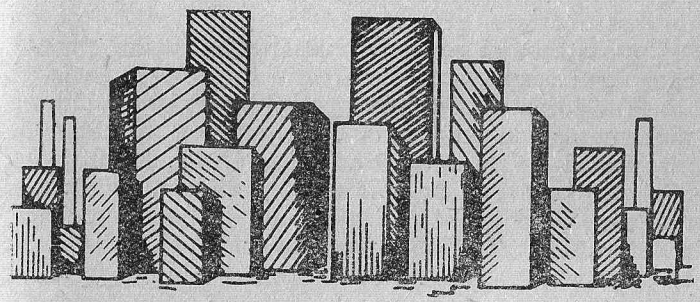
1.2. **Profilul oraşului**

Alternarea constantă a străzilor şi edificiilor, precum şi înălţimea variată a acestora din urmă, fac ca profilul oraşului, pe orice direcţie ar fi considerat, să aibă aspectul unei linii frînte, cu căderi şi înălţări bruşte (fig. 1). Oraşul prezintă două categorii de suprafeţe plane şi anume : suprafeţele străzilor aflate aproape întotdeauna la nivelul solului şi suprafeţele acoperişurilor, aflate la înălţimi variabile faţă de sol.

Marea dezvoltare verticală a oraşului atrage după sine o creştere substanţială a suprafeţei de contact cu aerul, deci o creştere a suprafeţei active, ceea ce prezintă o importanţă deosebită atît pentru absorbţia, cît şi pentru radiaţia căldurii. Evident, razele solare directe nu ajung decît în cantităţi foarte mici pe fundul „canioanelor" şi „puţurilor" umbroase, care sînt străzile şi curţile din cartierele de „zgîrîie nori" ale marilor oraşe din „Lumea Nouă", dar acest lucru nu împiedică prea mult creşterea valorilor

bilanţului radiativ-caloric al oraşului, comparativ cu regiunile învecinate.

În general, oraşele din „Lumea Veche" prezintă cîte un nucleu cu clădiri mai dense şi mai înalte,



1. Profil urban.

înconjurat de inele concentrice (cînd oraşul are formă relativ circulară), sau mărginit de zone din ce în ce mai îndepărtate (cînd are formă alungită), cu clădiri avînd înălţimi tot mai mici şi densităţi tot mai reduse.

Prezenţa la periferie a unor sectoare cu clădiri mai înalte şi mai dense nu este exclusă, această situaţie fiind din ce în ce mai frecventă în ultimele două decenii, cînd construcţiile de locuinţe au luat amploare în numeroase ţări.

Pentru continentul nord-american sînt caracteristice oraşele cu clădiri avînd înălţimi şi densităţi constante, întrerupte numai de insulele de „zgîrie nori" ai cartierelor administrativ-comerciale.

În trecut, numeroase ţări dispuneau de legi privitoare la construcţiile urbane, care prevedeau ca înălţimea clădirilor să nu depăşească lăţimea curţii sau străzii alăturate. Acest raport de 1 : 1 a fost însă

pretutindeni depășit, ajungîndu-se la creșterea considerabilă a suprafeței active urbane, la umbrirea unor suprafețe mari ce nu mai pot fi ajunse decît în foarte mică măsură de razele solare directe, la îngreunarea „aerisirii" orașului și la anumite grade de insalubrizare.

Cunoașterea și recunoașterea neajunsurilor provocate de nerespectarea raportului de 1 : 1 între înălțimea clădirii și lățimea spațiului pînă la clădirea învecinată, au dus la reexaminarea problemei, însoțită și de relegiferări, astfel încît, în ultimele decenii, constructorii noilor orașe și cartiere urmăresc, în afara problemelor legate de funcționalitate și estetică urbanistică, și crearea unor condiții climatice optime.

1.3. Sistemul de canalizare al orașului

Slaba permeabilitate a suprafeței active constituită din tablă, beton, asfalt ori pavele, care are o dezvoltare considerabilă în perimetrul orașului, face ca cea mai mare parte a apei din precipitații să nu se poată infiltra. Pentru evacuarea ei, fiecare oraș și-a construit un sistem de canalizare prin mijlocirea căruia se elimină în același timp și apele menajere și industriale.

Imposibilitatea infiltrării și evacuarea rapidă a apei din precipitații fac ca suprafața activă a orașului să rămînă mult mai uscată în raport cu cea din regiunile înconjurătoare. Neexistînd apă, căldura care pe cîmpurile învecinate se consumă în procesul evaporării, este folosită aici pentru încălzirea acoperișurilor, zidurilor, asfaltului și implicit a aerului urban.

1.4. Spațiile verzi din perimetrul orașului

Aflate în proporții variabile de la un oraș la altul, spațiile verzi se opun influenței primilor factori amintiți, avînd o mare importanță nu numai sub raport climatic, ci și direct, pentru sănătatea locuitorilor urbani. Deoarece sfera lor de influență este mică, spațiile verzi sînt cu atît mai eficiente cu cît sînt mai uniform repartizate pe suprafața orașului. Rezultă că sînt mai folositoare micile grădini apropiate de locuință, decît marile parcuri aflate la distanțe apreciabile, în zonele periferice sau din afara orașului. Ideal ar fi, desigur, ca spațiile verzi să se prezinte nu insular, ci sub forma unor fîșii verzi care să străbată orașul legînd între ele parcurile și grădinile.

Prin umbrire și evapotranspirație, plantele din parcuri și grădini atenuează încălzirile excesive, mărind totodată umezeala relativă a aerului. Dacă se adaugă la aceste efecte și rolul de filtru pe care îl joacă frunzele arborilor, pentru impuritățile atmosferei urbane, importanța spațiilor verzi devine suficient de evidentă pentru a nu mai fi necesară și indicarea altor elemente. Tocmai de aceea, repartiția lor judicioasă este una dintre cele mai de seamă obligații ale constructorilor de orașe.

Factorii de influență cu caracter variabil (încălzirea artificială și impurificarea aerului urban) se află în strînsă dependență de activitatea diurnă, săptămînală și anuală a comunităților umane grupate în orașe, manifestă o variabilitate mult mai mare decît cei din prima categorie și au repercusiuni importante asupra regimului elementelor meteorologice din oraș. Cu toată originea lor comună factorii de influență variabili se diferențiază net prin efectele, în bună măsură contrarii, pe care le au asupra regimului

unor elemente meteorologice şi, mai ales, asupra „salubrităţii" aerului urban.

1.5. **Încălzirea artificială**

Marile oraşe în general şi oraşele puternic industrializate în special se caracterizează prin prezenţa a numeroase agregate energetice, care emană în procesul funcţionării lor cantităţi uriaşe de căldură, capabile să introducă schimbări cantitative sensibile în mersul diurn şi anual al temperaturii aerului urban. În prima parte a secolului nostru, cărbunele era combustibilul cel mai intens folosit, atît în industrie cît şi pentru încălzirea locuinţelor şi instituţiilor. Astfel, după datele cercetătorului german W. Schmidt, în anul 1931, Berlinul a ars 6,3 milioane tone de cărbuni, ceea ce a determinat, pentru atmosfera sa, o afluenţă de căldură de 20.10^{12} kcal. Avînd în vedere suprafaţa oraşului, rezultă că fiecare centimetru pătrat a primit 16,8 kcal/cm ^{2}.an, adică circa o treime din suma radiaţiei solare directe (53,9 kcal/cm^2.an).

Acelaşi autor a apreciat căldura specifică emanată de arderea combustibililor în oraşul Viena la 8—12 kcal/cm ^{2}.an, ceea ce reprezintă aproximativ 20% din valoarea radiaţiei solare directe, care se cifrează la 52,3 kcal/cm ^{2}.an. După calculele sale, iarna, aportul căldurii artificiale este de 22,1—33,3 cal/cm^2.zi, în timp ce sumele radiaţiei solare directe ating 29 cal/cm ^{2}.zi în noiembrie, 15 cal/cm ^{2}.zi în decembrie, 23 cal/cm ^{2}.zi în ianuarie şi 52 cal/cm ^{2}.zi în februarie. Rezultă că sursa artificială de căldură este iarna aproape egală cu cea naturală, fapt care dovedeşte în chip incontestabil importanţa factorului de influenţă în discuţie.

Radiaţia termică provocată de arderea combustibililor în industrie şi locuinţe nu este însă singura sursă de încălzire artificială a aerului urban. Acesteia i se adaugă căldura emanată prin arderea combustibililor în motoarele autovehiculelor şi cea emisă de organismele umane şi animale, care nu au fost incluse în calculele mai sus menţionate ale lui W. Schmidt. Desigur, la nivelul anului 1931, aceste ultime aporturi de căldură nu puteau constitui decît o proporţie neînsemnată din totalul încălzirii artificiale. În epoca actuală însă, aglomerarea milioanelor de oameni şi mai ales a zecilor şi sutelor de mii de automobile, face ca sursele respective să nu mai fie neglijabile. Consumul industrial şi casnic de energie a înregistrat de asemenea o creştere substanţială, ceea ce face ca valorile calculate de W. Schmidt pentru aportul încălzirii artificiale, şi aşa destul de mari, să fie net depăşite.

1.6. **Impurificarea atmosferei urbane**

Dintre toţi factorii de influenţă impurificarea aerului prezintă cea mai mare importanţă pentru crearea topoclimei urbane, deoarece modificarea adusă de ea bilanţului radiativ atrage după sine schimbări profunde în economia termică urbană şi în regimul altor elemente şi fenomene meteorologice.

Impurificarea aerului ca rezultat al activităţii economice constituie, în etapa actuală, principala problemă aflată în atenţia cercetătorilor topoclimei urbane, precum şi a unor specialişti din alte domenii ale ştiinţei. Aceasta, pentru că dincolo de efectele pur climatice, ea exercită o înrîurire directă, profund dăunătoare oamenilor, animalelor, plantelor, proceselor tehnologice şi produselor tehnice.

1.6.1. *Sursele impurificării aerului urban*

O gamă surprinzător de largă de activităţi umane, economice ori neeconomice, se constituie — prin produsele lor secundare — în surse majore sau minore de impurificare a aerului urban, după cum cantităţile de noxe eliminate în atmosferă sînt mai mari sau mai mici.

Vehiculele cu motor reprezintă sursa majoră cu cea mai importantă contribuţie (60%) la poluarea atmosferei (tabelul 1).

Tabelul 1

Sursele majore de poluare a aerului în S.U.A.
(în milioane tone pe an — 1965)

Sursa	Oxid de carbon	Oxizi de sulf	Hidrocarburi	Oxizi de azot	Particule sedimentabile şi în suspensie	Total	Procent din total
Vehicule cu motor	66	1	12	6	1	86	60
Industria	2	9	4	2	6	23	17
Complexe energetice	1	12	1	3	3	20	14
Încălzirea interioarelor	2	3	1	1	1	8	6
Arderea deşeurilor	1	1	1	1	1	5	3
Total:	72	26	19	13	12	142	100

În afara cantităţilor considerabile de oxid de carbon şi oxizi de sulf, extrem de nocivi, a hidrocarburilor nearse şi bioxidului de azot — care constituie principalii ingredienţi ai smogului fotochimic —, vehiculele cu motor elimină şi cantităţi sesizabile de

plumb otrăvitor, arsenic şi aldehide. „Zeul automobil" asigură confort, autonomie şi eficienţă, dar cere sacrificii pe care comunitatea umană le acceptă, neavînd încă mijloacele necesare pentru a le evita. Căci — aşa cum se va vedea în continuare — diversele gaze emise de automobil şi de celelalte surse de impurificare stau la baza creşterii, în oraşele intens poluate, a morbidităţii şi mortalităţii datorate astmului, bronşitei, emfizemului pulmonar, cancerului pulmonar şi unor afecţiuni cardiovasculare.

Industria este, de asemenea, o sursă majoră de impurificare a atmosferei urbane. Considerată pe ansamblul S.U.A., de exemplu, contribuie cu aproape o cincime din noxele care degradează mediul aerian al acestei ţări. Cele mai active emiţătoare de poluanţi sînt combinatele siderurgice şi turnătoriile, combinatele chimice şi rafinăriile de petrol, fabricile de prelucrare a maselor plastice şi cauciucului, fabricile de hîrtie etc. În privinţa pulberilor sedimentabile, locul întîi revine fabricilor de ciment.

Complexele energetice participă la poluarea atmosferei cu cantităţi de substanţe impurificatoare aproape la fel de mari ca cele emise de industrie. Aceasta deoarece energia electrică consumată în întreaga lume se obţine în principal prin arderea cărbunelui şi petrolului. Şi, întrucît sulful este un ingredient al acestor combustibili, se înţelege că termocentralele electrice sînt mari surse de bioxid de sulf poluant.

Din datele cercetătorului american W. Bach rezultă că în S.U.A., ţară în care mai mult de 90% din energia electrică se produce prin arderea cărbunelui şi petrolului, consumul anual de energie electrică pe cap de locuitor a crescut de la 2 000 kWh în 1950, la 6 500 kWh în 1968. Se estimează că în 1980 consumul respectiv va fi de 11 500 kWh, iar

în anul 2 000 — de 25 000 kWh. Desigur, eforturile ce se depun pentru utilizarea din ce în ce mai largă a hidroenergiei, energiei turbinelor cu gaz, energiei magnetohidrodinamice, energiei nucleare, energiei solare, energiei eoliene şi energiei altor surse primare vor modifica sensibil ponderea combustibililor clasici, dar cantităţile de cărbuni şi petrol arse în acest scop, vor continua totuşi să crească, cel puţin pînă la sfîrşitul secolului al XX-lea. Se poate presupune aşadar că rolul complexelor energetice în poluarea atmosferei va continua să crească, chiar dacă această creştere va fi mai lentă decît deceniile anterioare. Şi nu poate fi altfel cît timp consumul de energie al omenirii creşte de două ori mai repede decît populaţia.

Încălzirea interioarelor, deşi contribuie cu cantităţi mai mici de substanţe impurificatoare, se numără totuşi printre sursele majore de poluare a atmosferei. Această sursă include casele izolate sau grupate, blocurile de apartamente, instituţiile, magazinele, hotelurile, restaurantele, cluburile, şcolile, spitalele, spălătoriile şi curăţitoriile uscate etc. Ea contribuie la creşterea concentraţiei în bioxid de sulf (SO_2), bioxid de carbon (CO_2) şi oxid de carbon (CO) a aerului cartierelor intens populate. Bioxidul de sulf este eliberat de regulă prin arderea combustibililor ce conţin sulf — cum sînt cărbunii, păcura, lemnul etc. În gazele evacuate de această sursă multiplă se găsesc, de asemenea, hidrocarburi grele şi uşoare, compuşi ai azotului, precum şi alte substanţe impurificatoare. Din arderea incompletă a cărbunilor — ce nu poate fi evitată în focarele sobelor individuale — rezultă şi cantităţi importante de funingine şi cenuşă care sînt antrenate în atmosferă odată cu gazele de evacuare.

Aşadar, aerul oraşelor rezidenţiale este impurificat nu numai de întreprinderile industriale învecinate şi de autovehiculele care le străbat, ci şi de numeroasele surse proprii, mai active în sezonul rece, cînd încălzirea interioarelor este indispensabilă şi mai puţin active în semestrul cald, cînd micile focare ard numai pentru pregătirea hranei şi încălzirea apei menajere.

Arderea deşeurilor constituie la rîndul ei o sursă majoră de poluare a atmosferei. Numai în S.U.A. rezultă anual 150 milioane de tone deşeuri. Majoritatea acestora sînt arse în incineratoarele municipale, industriale, comerciale, de bloc sau, direct, sub forma grămezilor de gunoi. Fumul şi gazele provenite din ardere viciază aerul din împrejurimi contribuind astfel la poluarea atmosferei urbane în special şi la poluarea atmosferei în general.

Serviciile de transporturi feroviare, navale şi aeriene contribuie, de asemenea, în mod substanţial la poluarea aerului în numeroase oraşe ale lumii.

În afara surselor majore menţionate, atmosfera urbană este poluată şi de numeroase surse minore care, însumate, aduc o contribuţie surprinzător de mare. Compararea celor 142,0 milioane de tone poluanţi pe care atmosfera S.U.A. le-a primit în 1965 de la sursele majore, cu cele 102,4 milioane tone primite din surse minore este edificatoare în acest sens.

Sursele minore sînt atît antropice, cît şi naturale. Printre poluanţii proveniţi din surse antropice se numără praful ridicat de la suprafaţa terestră, mai ales de circulaţia rutieră, praful provenit din demolări şi din scuturatul casnic, aerosolii pulverizaţi din spray-uri, cauciucul rezultat din frecarea pneurilor autovehiculelor cu asfaltul sau pavajul drumurilor, fumul de ţigară, fumul datorat incendiilor, compuşii

organici de la parfumuri, germenii microbieni datoraţi prezenţei oamenilor etc. Printre poluanţii datoraţi surselor naturale cei mai importanţi sînt compuşii organici proveniţi de la vegetaţie (spori, polen, bacterii etc.), germenii microbieni de natură animală, praful ridicat de vînt de pe suprafaţa terestră, praful produs în timpul cutremurelor, sarea pulverizată din mări şi oceane, hidrogenul sulfurat provenit din surse naturale, praful cosmic etc.

Lipsa totală a unora şi însemnătatea redusă a altora dintre sursele de impurificare amintite determină relativa puritate a aerului aşezărilor rurale din vecinătatea marilor centre urbane, afară doar de cazul cînd sînt amplasate la o oarecare distanţă, în direcţia către care bat vînturile dominante din regiunea respectivă.

1.6.2. *Principalele tipuri de poluanţi ai atmosferei urbane*

Substanţele care impurifică atmosfera sînt extrem de numeroase, concentraţia lor diferenţiindu-se de la un oraş la altul în funcţie de specificul surselor. Anumite tipuri de poluanţi există însă într-o măsură mai mare sau mai mică în aerul tuturor oraşelor.

Oxizii de sulf. În urma procesului arderii, sulful conţinut în cărbuni, petrol, lemn şi mulţi alţi combustibili ajunge în atmosfera oraşelor sub forma bioxidului de sulf (SO_2), hidrogenului sulfurat (H_2S), acidului sulfuros (H_2SO_3), acidului sulfuric (H_2SO_4) şi a diverşilor sulfaţi.

Din datele lui W. Bach, rezultă că, la începutul deceniului opt, oraşul Cincinnati (Ohio — S.U.A.) emitea în atmosferă 7 000 t/an oxizi de sulf (SO_x), New York City 1,5 mil. t SO_2, Marea Britanie 5,8 mil. t SO_2, S.U.A. 6 mil. t SO_2, iar în întreaga lume circa 80 mil. t oxizi de sulf. Această cantitate depăşeşte producţia mondială de sulf, care se ridică la 30 mil. t/an. Bioxidul de sulf, unul dintre cei mai frecvenţi poluanţi ai atmosferei urbane, este periculos nu numai prin el însuşi, ci şi prin compuşii pe care îi generează ca urmare a reacţiilor de adiţie a apei :

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

Acidul sulfuros astfel format poate fi oxidat, ajungîndu-se la acidul sulfuric (H_2SO_4) — substanţă deosebit de periculoasă pentru oameni, plante, animale şi produse tehnice.

Întrucît atmosfera are o oarecare capacitate de autoepurare, rezultată din continua mişcare a substanţelor pe care le conţine, „viaţa" celor mai mulţi dintre poluanţi este limitată. Bioxidul de sulf, de exemplu, staţionează în troposferă de la una pînă la şase zile. Precipitaţiile înlătură toţi acizii şi sulfaţii din atmosferă într-o perioadă de maximum 43 de zile.

Oxidul de carbon (CO) şi bioxidul de carbon (CO_2). Oxidul de carbon, principalul poluant al atmosferei urbane, este un gaz incolor, inodor şi extrem de nociv. Rezultat din arderea incompletă a combustibililor, el are ponderea cea mai mare în gazele de eşapament ale autovehiculelor, fiind de asemenea prezent în toate emisiile de fum industrial. La începutul deceniului opt al secolului nostru, omenirea producea anual 232 mil. t CO, din care 80% se datora automobilelor. (Fiecare mie de automobile elimină zilnic 3,2 t CO). Aceasta înseamnă o sporire a concentraţiei lui cu 0,03 ppm/an, ceea ce reprezintă foarte mult dacă se are în vedere că este un gaz foarte stabil. Unele experimente au arătat că mixtura de CO-O expusă razelor solare a rămas nemodificată chiar şi după şapte ani. Stabilitatea accentuată face ca oxidul de carbon să constituie

un factor important de degradare a mediului aerian, în ciuda faptului că înlăturarea lui se realizează pe patru căi diferite : împrăştierea în atmosfera liberă, oxidarea şi transformarea în bioxid de carbon, utilizarea de către bacterii şi absorbirea de către apele oceanului planetar.

Bioxidul de carbon, gaz greu, incolor şi inodor, este un component natural al atmosferei, la compoziţia căreia participă în medie cu 0,0318%. Proporţia lui variază atît în timp cît şi în spaţiu, ca urmare a unor cauze naturale şi antropice. Printre cele dintîi se numără erupţiile vulcanice, iar printre cele din urmă arderea combustibililor în motoarele cu explozie ale autovehiculelor, în industrie etc. O sursă antropică de bioxid de carbon care nu poate fi neglijată în marile aşezări urbane o constituie însăşi expiraţia oamenilor. Fiind prezent în toate procesele vieţii, bioxidul de carbon nu este considerat ca poluant atmosferic. Totuşi, în zonele industriale sau în spaţiile închise arhiaglomerate, cînd proporţia lui creşte de la 0,0318% la 0,1000%, el devine un element de disconfort.

Pornind de la cantitatea de combustibili arsă de omenire, unii cercetători apreciază că de la începuturile revoluţiei industriale pînă în prezent au pătruns în atmosferă 330 bilioane tone de bioxid de carbon. Aceasta înseamnă o creştere cu 14% faţă de cantitatea din perioada anterioară revoluţiei industriale. Evident, concentraţia sporită a bioxidului de carbon nu are, cel puţin deocamdată, consecinţe negative directe asupra vieţii pe pămînt. Unii meteorologi susţin însă că într-un viitor previzibil ea ar putea determina schimbări climatice severe la scară planetară.

Hidrocarburile (HC). Sînt poluanţi atmosferici proveniţi din arderea petrolului, gazelor naturale,

cărbunilor, lemnului şi altor combustibili. Toate emisiile antropice de hidrocarburi care impurifică atmosfera se cifrează la 90 mil. t/an. O mare parte dintre acestea se datorează autovehiculelor (fiecare mie de automobile în funcţiune elimină zilnic 200—400 kg de hidrocarburi incomplet arse). În atmosfera oraşelor ajunge prin mijlocirea vînturilor şi o parte din cele 1,6 miliarde tone de hidrocarburi produse anual de mlaştinile şi zonele inundabile ale planetei. Printre hidrocarburile cel mai frecvent întîlnite în atmosfera urbană se numără olefinele şi hidrocarburile aromatice, dintre care unele sînt cancerigene sau, în orice caz, favorizează apariţia cancerului. Olefinele nesaturate reacţionează foarte activ cu alte substanţe chimice din atmosferă. Prezenţa lor şi a oxizilor de nitrogen determină, sub influenţa radiaţiilor solare, apariţia smogului de tip „Los Angeles".

Timpul de staţionare a hidrocarburilor în atmosferă nu este prea bine cunoscut. Se pare că el diferă de la o hidrocarbură la alta, putînd fi şi de una sau două zile şi de 20 de ani.

Oxizii de nitrogen (NO_x). Oxidul de azot (NO) este un gaz oarecum inofensiv, care devine însă vătămător cînd se transformă în bioxid de azot (NO_2). Societatea omenească produce bioxid de azot în industria îngrăşămintelor chimice azotoase, a explozibililor etc. Motoarele cu explozie ale autovehiculelor reprezintă de asemenea o sursă importantă de bioxid de azot. (Fiecare mie de automobile în funcţiune elimină zilnic 50—150 kg de nitroderivaţi). Principala sursă naturală este descompunerea organică care are loc în sol. În concentraţii mici, bioxidul de azot este unul dintre principalii ingredienţi ai smogului fotochimic. Durata de staţionare în atmosferă

a cantităților de NO_x care nu reacționează fotochimic nu depășește 3-4 zile.

Produsele fotochimice. Orașele care beneficiază de intensități mari ale radiației solare au, din punctul de vedere al poluării atmosferice, un dezavantaj, decurgînd din faptul că insolația puternică favorizează producerea reacțiilor fotochimice, din care rezultă produși mai toxici și mai iritanți decît cei inițiali.

Smogul fotochimic se formează prin absorbția de către bioxidul de azot a radiațiilor solare în prezența reactivului HC (olefine). În timpul procesului respectiv are loc formarea oxidului de azot și a oxigenului atomic (O). Acesta din urmă intră în reacție cu oxigenul molecular (O_2) dînd astfel naștere ozonului (O_3), care este un produs inițial și permanent pe toată întinderea procesului de formare a smogului. Ozonul întreține procesul de oxidare, fiind mai ales folosit în schimburile reciproce cu oxidanți termici, ceea ce face ca el să fie un indicator excelent al intensității procesului de formare a smogului fotochimic, care începe la concentrații sub 1 ppm atît ale hidrocarburilor, cît și ale bioxidului de azot. Este interesant de remarcat că mijloacele moderne de ardere catalitică a gazelor de eșapament conduc la o scădere a emisiei de hidrocarburi, dar și la o creștere concomitentă a cantității de aldehide evacuate. Aceasta reacționează cu oxizii de azot din atmosfera urbană, dînd naștere, de exemplu, nitratului peroxidic al acidului acetic (CH_3COONO_2), un poluant foarte frecvent în orașul timpului nostru, cunoscut sub denumirea prescurtată PAN.

Particulele sedimentabile și în suspensie sînt particule solide și lichide cu o gamă largă de mărimi, variind de la mai puțin de 0,1 μm pînă la peste 100 μm. Printre ele se numără particulele de praf

ridicate de pe suprafața terestră, cenușa zburătoare din industrie, fumul, aerosolii și compușii organici (spori, polen, germeni microbieni etc.).

1.6.3. Dimensiuni, concentrații, regimuri

Determinările privind dimensiunile se referă în primul rînd la particulele solide. Astfel, cele cu dimensiuni mai mari de 10 μm, în care se includ particulele de praf, cenușă, spori, polen etc., sînt cunoscute sub numele de pulberi sedimentabile, întrucît greutatea lor relativ mare le face să se depună rapid. Cantitatea de pulberi sedimentabile se exprimă în tone/km² (milă²)/lună (an).

Particulele cu dimensiuni sub 10 μm rămîn mai multă vreme suspendate în atmosferă. Cele cu dimensiuni sub 5 μm sînt incluse în denumirea generică de fum și aburi, iar cele sub 1 μm în cea de aerosoli.

Cantitatea de pulberi în suspensie din atmosferă se exprimă, de regulă, prin numărul particulelor dintr-un centimetru cub de aer.

În urma cercetărilor efectuate asupra pulberilor industriale, cercetătorul sovietic E. A. Vigdorcik a ajuns la concluzia că, după dimensiuni, ele pot fi împărțite în trei grupe mari, și anume :

1. particule mari, vizibile cu ochiul liber ($\gamma > 5\ \mu$);
2. particule microscopice, vizibile la microscop ($0{,}25\ \mu < \gamma < 5\ \mu$);
3. particule submicroscopice, vizibile numai cu ultramicroscopul ($\gamma < 0{,}25\ \mu$).

Potrivit aprecierilor lui E. A. Vigdorcik, dimensiunile pulberilor industriale variază în limite foarte largi, cuprinse între 10^{-6} — 10^{-5} și 10^{-3} — 10^{-2} cm.

O parte însemnată a particulelor sedimentabile și în suspensie acționează ca nuclee de condensare pentru vaporii de apă din atmosferă, contribuind ast-

fel la formarea precipitațiilor. Orașele, prin sursele lor multiple, legate de activitatea industrială, de circulația autovehiculelor și de însăși prezența oamenilor, emit în atmosferă cantități importante de nuclee de condensare. Acestea sînt cele mai mici particule de substanțe higroscopice care, formînd soluții apoase, înlesnesc apariția picăturilor germene. Printre ele se numără particulele rezultate din arderea cărbunilor, putrezirea substanțelor organice care determină apariția unor compuși sulfuroși și azotoși și din respirația oamenilor și animalelor (viruși, bacili etc.). Ca nuclee de condensare pot acționa toate tipurile de pulberi (chiar și cele nehigroscopice), cu condiția să fie în prealabil umezite. Cele mai active nuclee de condensare sînt particulele de sare (NaCl) provenite prin evaporarea picăturilor de apă marină și cele aparținînd altor compuși cloroși. Se înțelege că în atmosfera orașelor situate pe țărmurile mărilor și oceanelor concentrația acestor nuclee de condensare foarte active va fi deosebit de mare, mai ales în cazurile cînd vînturile dominante bat dinspre mare spre uscat.

Măsurătorile făcute în repetate rînduri au arătat că, în stratul de aer de lîngă sol, numărul pulberilor sedimentabile și în suspensie dintr-un centimetru cub de aer urban poate ajunge la cîteva milioane. El variază foarte mult de la un loc la altul, în funcție de caracterul suprafeței active subiacente. Orașele se situează însă pe primul loc, iar oceanele și munții înalți pe ultimele locuri (v. tabelul 2).

Valorile cuprinse în tabelul 2 pun în evidență rolul orașului în impurificarea propriei sale atmosfere. Dar numărul impurităților dintr-un centrimetru cub de aer variază foarte mult de la un oraș la altul atît în funcție de felul și intensitatea activității economice care le generează, cît și în funcție de con-

Tabelul 2

Numărul particulelor de impurificare dintr-un centimetru cub de aer, deasupra diferitelor suprafețe subiacente

Suprafața activă subiacentă	Numărul mediu	Maximul mijlociu	Minimul mijlociu	Maximul absolut
Orașe mari	147 000	379 000	49 100	4 000 000
Orașe mici	34 300	114 000	5 900	400 000
Continente	9 500	66 500	1 050	336 000
Munți 500 — 1 000 m	6 000	36 000	1 390	155 000
Munți 1 001 — 2 000 m	2 130	9 380	450	37 000
Munți peste 2 000 m	950	5 830	160	27 000
Oceane	940	4 680	840	39 800

diția climatice generale. Din datele cercetătorului american H. Landsberg rezultă că, în urmă cu trei decenii, cea mai puternică impurificare cu nuclee de condensare se constata în marile orașe nord-americane Chicago, New York, Saint Louis, Philadelphia și altele. Acestea erau concurate în Europa numai de Glasgow, Essen și Paris. Situația actuală nu mai este desigur cea de acum trei decenii și oricum sînt puține orașele în care numărul impurităților s-a micșorat, cu toate măsurile luate în acest scop. În general, aerul orașelor este de zece ori mai impurificat decît cel al împrejurimilor. Acest lucru este explicabil, dacă avem în vedere că producția specifică de fum și praf este în siderurgie de 10 kg/t oțel, iar în obținerea aluminiului de 450 kg/t metal. Producția specifică de fum și praf este de asemenea mare în întreprinderile metalurgiei neferoase, în fabricile de ciment, în cele de acizi și de hîrtie, în rafinăriile de petrol, în cocserii etc. Potrivit estimărilor unor

cercetători americani, la începutul deceniului opt al secolului nostru omenirea elimina în atmosfera planetei — prin zecile de mii de coşuri industriale — o cantitate totală de 800 milioane tone fum pe an, din care 160 milioane numai pe teritoriul S.U.A.

Ca urmare a cantităţilor uriaşe de impurităţi solide eliminate de societatea omenească în atmosferă, precum şi a emisiilor datorate unor surse naturale (vulcani, furtuni de praf etc.) depunerile pe unitatea de suprafaţă sînt în unele oraşe de-a dreptul impresionante. Astfel, la New York impurităţile solide care se depun anual totalizează 300 t/km^2, la Detroit 335 t/km^2, la Tokyo 408 t/km^2, iar la Harkov 456 t/km^2. Desigur, exemplele pot fi multiplicate. Amploarea depunerilor de impurităţi solide, mai ales în oraşe, este atît de mare încît ele pot fi asemuite întrucîtva cu nişte fenomene geologice.

Particulele solide, sedimentabile şi în suspensie, nu sînt doar elementele de impurificare cele mai evidente ale atmosferei urbane. Ele au în acelaşi timp un rol important în formarea topoclimatului fiecărui oraş în parte. Aceasta nu înseamnă că impurificarea cu substanţe lichide sau gazoase prezintă mai puţină însemnătate. Dimpotrivă, dacă se ia în considerare efectul direct al impurificării cu gaze asupra igienei aerului urban şi, în consecinţă, asupra sănătăţii publice, se constată că este mult mai primejdioasă.

Regimul diurn al concentraţiei particulelor sedimentabile şi în suspensie prezintă, în general, un maxim noaptea cînd turbulenţa şi convecţia sînt diminuate, astfel că particulele impurificatoare se acumulează în stratul inferior al atmosferei şi un minim ziua, cînd datorită turbulenţei şi convecţiei termice intense sînt antrenate către straturile mai

înalte ale atmosferei. Prin activitatea lor, oraşele introduc însă unele modificări în regimul diurn menţionat. Acestea constau cel mai adesea în producerea a două maxime şi două minime zilnice. Primul maxim se produce în jurul orei opt, cînd începe activitatea în întreprinderi, instituţii, locuinţe etc., şi cînd circulaţia pe străzile oraşului este foarte intensă, iar al doilea în intervalul dintre orele 18 şi 22, cînd activitatea în locuinţe şi circulaţia rutieră se amplifică din nou. Totodată, cele două maxime sînt favorizate şi de faptul că la ora 8 turbulenţa şi convecţia sînt slabe, ori n-au apărut încă, iar între orele 18 şi 22 sînt slabe ori au încetat.

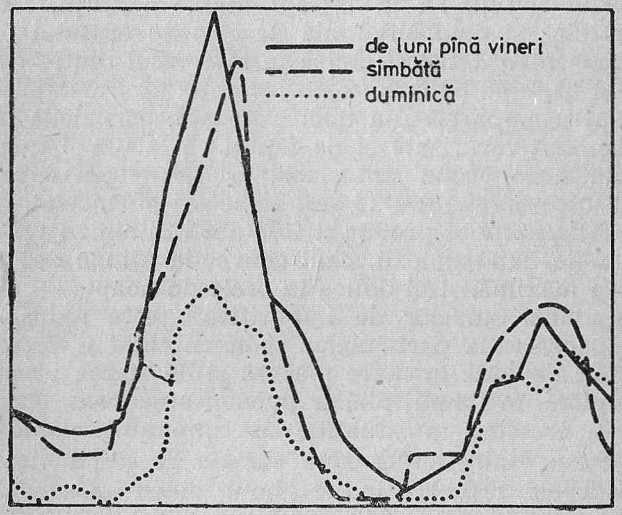
Alternativ se produc şi cele două minime : primul în orele după-amiezii, cînd convecţia atinge dezvoltarea maximă, şi al doilea în orele de noapte — cînd activitatea surselor de impurificare este redusă.

Concentraţia particulelor sedimentabile şi în suspensie depinde în mare măsură şi de starea vremii. De pildă, în timpul ploilor puternice ea scade foarte mult, crescînd în situaţiile de timp anticiclonic şi în cazul vînturilor dinspre sursele de impurificare.

Curbele reprezentînd regimul diurn al concentraţiei particulelor sedimentabile şi în suspensie pun în evidenţă deosebiri sensibile între zilele de lucru şi duminici (v. figura 2). Determinările efectuate duminica într-o serie de oraşe britanice şi germane au făcut posibilă construirea unor curbe de variaţie diurnă, în care intervalul de pregătire a hranei se remarcă foarte uşor.

Datele înregistrare la staţii rurale au dat curbe asemănătoare, ca formă generală, cu cele obţinute pentru oraş, numai că în cazul din urmă valorile concentraţiei sînt mult mai mari şi manifestă o variabilitate mult mai accentuată.

Regimul săptămînal al concentrației particulelor sedimentabile și în suspensie este generat de ritmul de lucru al întreprinderilor industriale din cadrul orașului. El se caracterizează prin concentrații mai



2. Regimul diurn al concentrației particulelor sedimentabile și în suspensie la Berlin (după A. Heller).

mari în zilele de la mijlocul săptămînii și mai mici în cele de la sfîrșitul acesteia (sîmbăta și duminica, cînd nu se lucrează). În localitățile rurale un asemenea regim săptămînal nu se evidențiază din cauza lipsei surselor locale de impurificare.

Regimul anual al concentrației particulelor sedimentabile și în suspensie a fost stabilit pe baza cercetărilor întreprinse în nenumărate orașe. Acestea au arătat că maximul concentrației are loc în lunile

de iarnă, cînd surselor permanente de impurificare — reprezentate prin coșurile întreprinderilor industriale și țevile de eșapament ale autovehiculelor — li se adaugă o nouă sursă, temporară dar substanțială — reprezentată prin coșurile sobelor și instalațiilor destinate încălzirii clădirilor de tot felul. Totodată, în aceste luni predomină regimul anticiclonic, care împiedică prin mișcările descendente caracteristice transportul spre înălțime și împrăștierea în atmosfera liberă a impurităților.

Concentrația minimă anuală se produce vara, în lipsa sursei temporare amintite și în prezența unei dezvoltări maxime a convecției termice, care favorizează împrăștierea impurităților în atmosfera liberă.

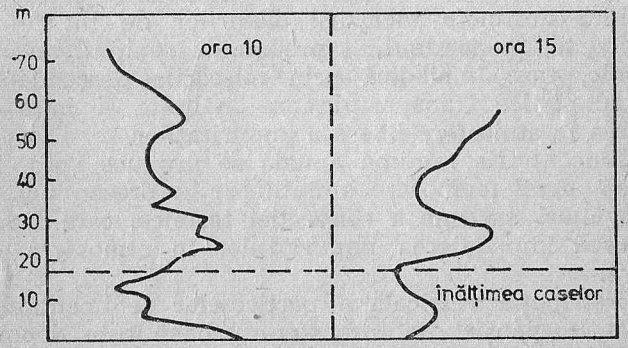
Distribuția verticală a particulelor sedimentabile și în suspensie din atmosfera urbană este dependentă de viteza lor de cădere. Dacă această viteză întrece cu mult viteza mișcărilor ascendente ale aerului, particulele cad pe pămînt, iar dacă este mai mică, ele sînt purtate în sus.

La rîndul ei, viteza de cădere a particulelor în aer calm depinde de raportul dintre forța gravitației îndreptată de sus în jos și forța de rezistență determinată de frecarea particulei cu aerul. Particulele cu raza mai mică de 1 μ ($r < 10^{-4}$ cm) au o viteză de cădere atît de neînsemnată încît par a fi suspendate în aer. Din această cauză, pentru a coborî 1 km în aer liniștit, o particulă cu raza de 1 μ trebuie să plutească timp de cîteva zile.

În situațiile sinoptice cu mișcări ascendente ale aerului ce ating viteze de cîțiva metri pe secundă sînt transportate către straturile înalte ale atmosferei chiar cele mai mari particule de impurificare.

În concluzie, rezultă că repartiția verticală a particulelor sedimentabile și în suspensie este determi-

nată de acțiunea contrară a doi factori de influență : viteza de cădere a particulelor și viteza mișcărilor ascendente, dependentă de intensitatea schimbului turbulent.



3. Distribuția verticală a concentrației prafului la Leipzig (după A. Löbner).

Calculele și experiențele au arătat că numărul acestor particule scade cu înălțimea conform legii exponențiale. Scăderea exponențială este mult mai evidentă în cazul convecției slabe și se atenuează în situațiile de timp cu convecție puternică. Totodată, numărul particulelor sedimentabile cu dimensiuni mai mari, care au implicit și viteze de cădere mai mari, scade cu înălțimea mult mai rapid decît numărul celor mici. Cele dintîi se propagă așadar numai în straturile inferioare ale atmosferei, iar cele de pe urmă pot ajunge la înălțimi și distanțe considerabile față de locul proveniență lor. Cu toate acestea, distribuția verticală a nucleelor de condensare și pulberilor, în atmosfera orașului, evidențiază prezența a trei niveluri de concentrație maximă, separate de intervale mai slab impurificate (v. figura 3).

Primul strat de concentrație maximă se află în imediata apropiere a suprafeței terestre care constituie o importantă sursă de praf. Al doilea se găsește deasupra nivelului mediu al caselor orașului și se datorează emanațiilor de fum ale coșurilor acestora. La nivelul de 40-60 m se află cel de-al treilea strat de concentrație maximă a particulelor sedimentabile și în suspensie, provocat de emanațiile coșurilor înalte ale întreprinderilor industriale și favorizat de o anumită stratificare a turbulenței aerului.

Spre deosebire de situația arătată, în aerul localităților rurale legea exponențială este mult mai evidentă, în lipsa celor trei straturi de concentrație maximă.

Concentrațiile gazelor de impurificare se exprimă fie prin greutatea, fie prin proporția lor într-o unitate de volum de aer. În orașe acestea depășesc frecvent limitele igienic admisibile exercitînd influențe nefaste asupra oamenilor, animalelor, plantelor, proceselor tehnologice și produselor tehnice. Desigur, cele mai mari concentrații se înregistrează în imediata apropiere a surselor. Cu toate acestea, la 2 km de furnal sau coșul industrial s-au măsurat concentrații de oxid de carbon atingînd 38 mg/m^3 aer, adică de peste șase ori mai mari decît concentrația maximă admisibilă. Situația este mult mai gravă în părțile centrale ale orașelor, la intersecțiile aglomerate, prevăzute cu stopuri, unde concentrația CO atinge impresionanta cifră de 100 mg/m^3 aer, adică de aproape 17 ori mai mult decît se consideră a fi admisibil.

La rîndul său, hidrogenul sulfurat ajunge în apropierea surselor la concentrații excepționale, de 180 mg/m^3, ceea ce înseamnă depășirea de 6 000 ori a concentrației maxime admisibile !

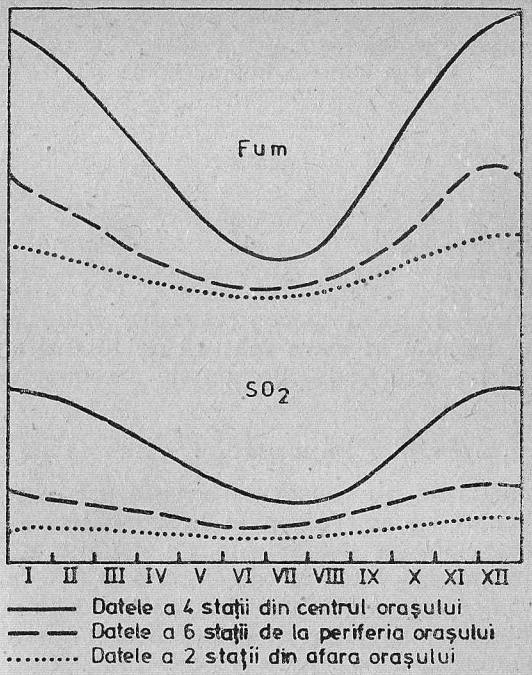
Aproape toate gazele de impurificare existente în atmosfera urbană depășesc frecvent — într-o măsură mai mare sau mai mică — pragurile dincolo de care ele încep să devină dăunătoare pentru sănătatea publică. Ba, mai mult, ele intră în reacții chimice, dînd naștere — așa cum s-a arătat — unor substanțe noi, mai nocive chiar decît cele care le-au generat.

Regimul diurn, săptămînal și anual al concentrației diferitelor gaze de impurificare se aseamănă cu regimul diurn, săptămînal și anual al particulelor sedimentabile și în suspensie. Curbele evoluției anuale a conținutului de bioxid de sulf din orașul englez Lester (v. figura 4) arată clar existența unui maxim de concentrație iarna și a unui minim vara.

Conținutul de gaze din atmosfera orașelor, ca și conținutul de particule sedimentabile și în suspensie este mult mai mare decît în aerul localităților rurale învecinate. Diferențele se datorează — după cum am amintit — lipsei surselor de impurificare în mediul rural. Totuși, din cauza vînturilor dominante dinspre oraș, unele localități rurale pot fi intens poluate, diferențele amintite scăzînd foarte mult.

Printre elementele de impurificare a atmosferei urbane, un rol deosebit de important, mai ales în ceea ce privește igiena acesteia, îl joacă produșii organici cum sînt sporii, particulele de polen, virușii, bacteriile și în general toți germenii microbieni de origine vegetală și animală.

Concentrația produșilor organici de impurificare este minimă în locurile slab umanizate și maximă în cele puternic aglomerate. Dovadă faptul că determinările făcute la nivelul culmii Ballon d'Alsace din Munții Vosgi au indicat 12 microbi la 1 m^3 de aer, cele efectuate pe bulevardul Champs-Elysée



4. Regimul anual al conținutului de fum și SO_2 în aerul orașului Lester (după G. Ziemer).

din capitala franceză, 88 000 de germeni la 1 m^3 de aer, iar cele din interiorul unui mare magazin parizian, 4 000 000 la 1 m^3 de aer.

Numărul mult mai mare al bacteriilor în atmosfera orașului, comparativ cu împrejurimile, reiese și din tabelul 3, care arată totodată existența concentrației maxime — vara și minime — iarna.

Tabelul 3

Numărul bacteriilor dintr-un metru cub de aer în orașul Paris și împrejurimile sale

Locul determinării	Media		
	anuală	iarna	vara
Paris — oraș	4 790	3 250	6 550
Paris — împrejurimi	345	190	550

Regimul diurn al concentrației bacteriilor în aerul urban depinde în mare măsură de intensitatea circulației pe străzi, de momentele stropirii acestora etc.

1.6.4. *Răspîndirea impurităților emanate de oraș*

Impuritățile nu constituie amestecuri permanente ale aerului, ci sînt emanate în atmosferă de surse temporare sau permanente locale și limitate. Excepție face numai bioxidul de carbon (CO_2) care este unul din componenții variabili ai atmosferei, devenind element dăunător, de impurificare, numai atunci cînd datorită unor cauze — cel mai adesea artificiale — atinge concentrații foarte mari.

Elementele de impurificare, indiferent de starea lor de agregare, apar ca emisii (cantități de substanțe emanate într-o unitate de timp și exprimate fie în g/s fie în kg/s) ale coșurilor individuale și casnice, ale țevilor de eșapament și altor surse.

Prin cantitatea lor și prin acțiunea pe care o exercită asupra mediului înconjurător, cele mai importante produse de impurificare sînt bioxidul de sulf (SO_2), oxidul de carbon (CO), funinginea și cenușa.

De regulă, impuritățile nu acționează asupra oamenilor, animalelor, plantelor, proceselor tehnologice și

produselor tehnice ca emisie, la ieșirea lor din sursă, ci undeva mai departe de aceasta, sub forma de conținut de impurități.

Cantitatea de impurități aflată într-o unitate de volum de aer poartă numele de i m i s i e. Ea se exprimă în mg/m^3 și reprezintă un factor de influență extrem de important pentru viața locuitorilor urbani ai lumii contemporane. Desigur, există o valoare limită dincolo de care fiecare element de impurificare devine dăunător pentru oameni, animale și plante. Aceasta este cunoscută sub numele de „concentrație igienică maxim admisibilă" sau „concentrație maximă a imisiei" (C.M.I.). Stabilirea valorilor concentrației maxime admisibile este o problemă extrem de dificilă, deoarece un impurificator oarecare devine vătămător la o anumită concentrație pentru plante, la alta pentru animale și la alta pentru oameni. Ba, mai mult, concentrațiile maxime admisibile se diferențiază și în funcție de specie la plante și animale, în funcție de vîrstă și starea biologică la oameni etc. Cercetările în acest domeniu sînt încă la început, pentru simplul motiv că poluarea atmosferică se manifestă cu severitate numai de două-trei decenii încoace. Drept urmare, concentrațiile maxim admisibile ale substanțelor impurificatoare din atmosferă sînt diferențiate de la o țară la alta.

În R. S. România, Institutul de igienă și sănătate publică a stabilit valorile respective pentru 35 de substanțe impurificatoare, mai frecvente în aerul urban și al arealelor industriale (v. tabelul 4).

Răspîndirea impurităților emise, și deci transformarea lor în imisie, se află în strînsă legătură cu condițiile meteorologice și cu relieful regiunii în care se află sursele de impurificare. Cel mai puțin favorizate în acest sens sînt orașele puternic indus-

Tabelul 4

Concentrațiile maxim admisibile ale substanțelor impurificatoare din atmosferă *

Nr. crt.	Substanța	Concentrația	
		momentană	medie (24 ore)
1.	Acetonă	5,0	2,0
2.	Acid clorhidric	0,3	0,1
3.	Acid sulfuric	0,3	0,1
4.	Acroleină	0,3	0,1
5.	Amoniac	0,3	0,1
6.	Anhidridă fosforică	0,3	0,1
7.	Anilină	0,05	0,02
8.	Arsen și compuși (în As)	0,03	0,01
9.	Benzină (în C)	6,0	2,0
10.	Benzen	2,4	0,8
11.	Bioxid de azot	0,3	0,1
12.	Bioxid de sulf	0,75	0,25
13.	Clor	0,3	0,1
14.	Crom hexavalent (în CrO_3)	0,0015	0,0015
15.	Dicloretan	3,0	1,0
16.	Dietilamină	0,05	0,05
17.	Dinil (difenil și difenil oxid)	0,01	0,01
18.	Fluor și compuși (în F)	0,02	0,005
19.	Fenoli (în fenol)	0,1	0,03
20.	Formaldehidă	0,03	0,01
21.	Funingine	0,15	0,05
22.	Furfurol	0,15	0,05
23.	Hidrogen sulfurat	0,03	0,01
24.	Mangan și compuși (în Mn)	0,03	0,01
25.	Mercur	—	0,001
26.	Metanol	3,0	1,0

* Se consideră, de asemenea, substanțe impurificatoare ale atmosferei peste limita admisă și acelea care sînt perceptibile prin mirosuri persistente sau supărătoare.

Tabelul 4 (continuare)

Nr. crt.	Substanța	Concentrația	
		momentană	medie (24 ore)
27.	Oxid de carbon	6,0	2,0
28.	Piridină	0,15	0,05
29.	Plumb și compuși (în Pb)	—	0,001
30.	Substanțe oxidante (în O_3)	0,1	0,03
31.	Sulfură de carbon	0,03	0,01
32.	Tetraclorură de carbon	3,0	1,0
33.	Toluen diizocianat	0,05	0,02
34.	Pulberi în suspensie (netoxice)	0,5	0,15
35.	Pulberi sedimentabile (netoxice)	200 t/km^2/an	

trializate amplasate în depresiuni intramontane sau intracolinare bine închise.

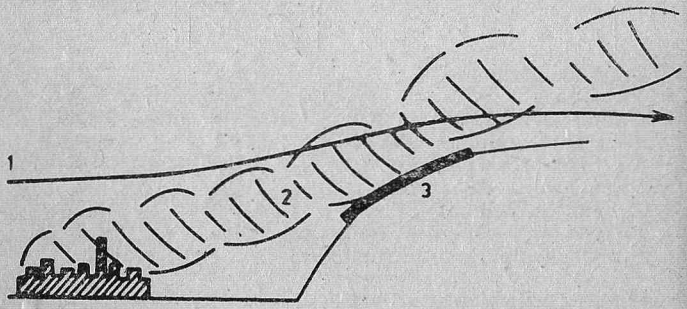
Datorită reliefului depresionar, inversiunile termice care apar iarna în situațiile de timp anticiclonice se accentuează și se prelungesc pe intervale de ordinul săptămînilor. Pentru dislocarea aerului rece de inversiune sînt necesari gradienți barici orizontali foarte mari. Forma de relief face însă ca frecvența vînturilor să fie redusă în favoarea calmului, care devine predominant.

Toate acestea concură la împiedicarea răspîndirii impurităților emise și la acumularea lor în limitele cadrului geomorfologic dat. Se ajunge astfel la depășiri ale concentrației maxime a imisiei (C.M.I.) și, implicit, la efecte negative asupra oamenilor, animalelor, plantelor etc.

O zonă depresionară în care condițiile de relief se împletesc cu emisia într-adevăr excepțională, ducînd la depășiri frecvente ale C.M.I. pentru diferite impurități, este Valea Ruhrului (R.F. Germania).

Pentru țara noastră, cel mai tipic exemplu îl constituie Depresiunea Petroșani, în care emisia

impurităţilor este considerabilă, iar frecvenţa vînturilor foarte redusă. Calmul are aici, datorită reliefului, o frecvenţă medie anuală de 67%.



5. Transportul emanaţiilor unui oraş cu dealuri „sub vînt" (după W. Böer).

Oraşele aşezate în cîmpii sau pe platouri netede sînt oarecum favorizate, inversiunile termice fiind mai puţin accentuate şi mai puţin persistente. Vînturile pot împrăştia mai rapid şi pe distanţe mai mari impurităţile emise de sursele urbane, ducînd la o scădere a imisiei în oraş şi la o creştere a ei în regiunile către care bat.

Văile servesc întotdeauna ca „jgheab de ghidare" a curentului de aer, iar versanţii expuşi vîntului din partea de sub vînt a oraşului sînt puternic afectaţi de norul de impurităţi emanate de acesta (v. figura 5). Se ajunge astfel la un al doilea maxim de impurificare, aflat uneori la distanţe apreciabile de oraşul-sursă.

Numeroase observaţii indică faptul că norul de impurităţi sau aşa-zisa pînză de pîclă a oraşului se poate deplasa pe distanţe de sute de kilometri. Din avion, „steagul de emanaţii" al Berlinului a fost

vizibil la peste 50 km de centrul oraşului. L. Veichmann a constatat prezenţa pînzei de pîclă, a aceluiaşi oraş, mult mai departe, deasupra Mării Baltice. În condiţiile unor curenţi estici cu turbulenţă mică, norii de pulberi şi fum, emanaţi în regiunile industriale din centrul Angliei ajung pînă în Irlanda, la peste 300 km depărtare.

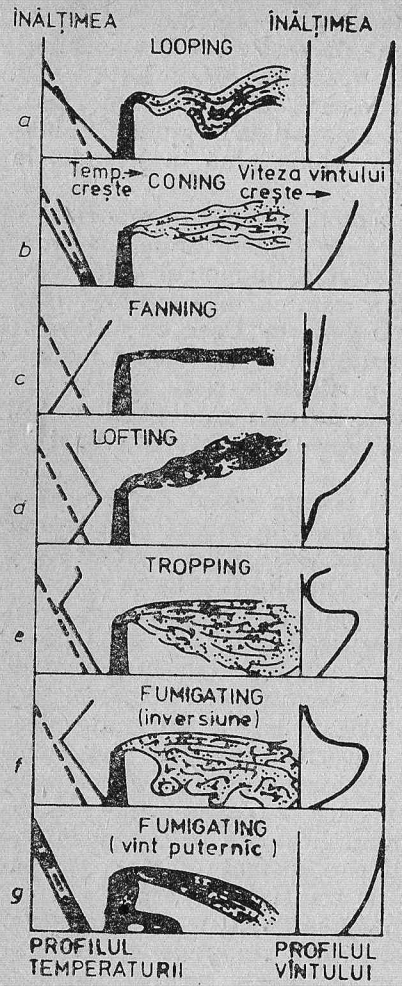
Distanţa pînă la care sînt transportate impurităţile depinde în mare măsură de dimensiunile acestora. Astfel, cu cît va fi mai mic diametrul diferitelor particule, cu atît ele vor rămîne mai multă vreme în aer şi vor fi duse mai departe. Deci, cu atît va fi mai largă sfera de influenţă a oraşelor asupra macroclimei. Din faptul că particulele mici ridicate în stratosferă pot înconjura de mai multe ori globul terestru rezultă posibilitatea influenţării climei la scară planetară.

Formele geometrice şi poziţia penei de substanţe impurificatoare emise de coşurile industriale depind pe de o parte de distribuţia verticală a temperaturii, iar pe de alta, de profilul vîntului (v. figura 6).

Looping este tipul cel mai frecvent de transport al penei de substanţe impurificatoare. El se produce în situaţiile sinoptice cu gradienţi termici verticali medii supraadiabatici (ceea ce determină mişcări convective ascendente) şi cu vînturi moderate sau puternice. Astfel de situaţii sînt caracteristice mai ales ciclonilor (formaţiuni barice de mică presiune atmosferică).

Atingînd suprafaţa terestră la părţile inferioare ale undelor, substanţele impurificatoare pot produce poluări accentuate la diferite distanţe faţă de sursă.

Conning este un tip de transport care poate fi întîlnit atît ziua cît şi noaptea în toate anotimpurile. Caracteristic pentru situaţiile sinoptice cu nori şi vînt, în condiţiile unor gradienţi termici verticali medii foarte apropiaţi de gradientul adiabatic (sta-



6. Forme și poziții ale „penei" de substanțe impurificatoare (după W. Bach).

bilitate sau instabilitate atmosferică neglijabilă), acesta este tipul de transport ideal pentru difuzia gaussiană. Drept urmare, contribuția lui la poluarea diferitelor teritorii e nesemnificativă.

Fanning este un tip de transport care poate fi întîlnit în toate anotimpurile, fiind mai frecvent în timpul nopții și dimineața devreme. Este propriu intervalelor cu regim anticiclonic care favorizează apariția inversiunilor termice nocturne, caracterizate prin gradienți termici verticali medii subadiabatici și, implicit, prin mare stabilitate atmosferică. Poluanții emiși în astfel de condiții atmosferice sînt transportați pe orizontală sub forma unor panglici înguste, uneori rectiline, alteori meandrate — după cum direcția vîntului este uniformă sau schimbătoare. Acest tip de transport contribuie la poluarea accentuată, a stratului de aer inferior, numai în cazul formelor de relief pozitive (cu înălțimi egale sau mai mari decît cele ale surselor de poluare) situate în direcția către care bate vîntul.

Lofting este un tip de transport al poluanților care se întîlnește seara devreme, noaptea și dimineața devreme, în regim anticiclonic cu nebulozitate redusă și calm atmosferic. Înălțimea inversiunii termice fiind mai mică decît cea a sursei de poluare, substanțele impurificatoare sînt transportate spre înălțime și dispersate. Instabilitatea atmosferică de deasupra inversiunii termice face ca acest tip de transport să fie cel mai favorabil pentru împrăștierea poluanților în atmosfera liberă.

Tropping este un tip de transport ce poate fi întîlnit în orice moment al zilei și în orice anotimp. Asociat cu inversiuni termice de subsidență, determină apariția unor situații grave de poluare a aerului.

Fumigating este un tip de transport al poluanților cu două aspecte diferite. Fumigația de inversiune se observă de obicei după răsăritul soarelui, cînd încălzirea determină creșterea instabilității atmosferice și amestecul aerului cu poluanți acumulați sub nivelul inversiunii nocturne. Acest tip de fumigație, care difuzează poluanți spre suprafața terestră, persistă în mod obișnuit doar 30 de minute. Fumigația de vînt puternic se întîlnește în situațiile cu regim baric depresionar (ciclonic) caracterizate prin valori mari ale vitezei vîntului și ale turbulenței dinamice. Cea mai mare concentrație a poluanților se înregistrează în imediata apropiere a sursei.

1.6.5. *Consecințele impurificării atmosferei urbane*

Consecințele impurificării atmosferei urbane se împart în două categorii. Prima, de ordin climatic, se referă la modificarea cantitativă și calitativă a radiației solare din care decurg o serie întreagă de modificări ale elementelor meteorologice.

Întrucît poluarea atmosferei urbane înseamnă de fapt poluarea atmosferei în general, aceste modificări pot avea repercusiuni imprevizibile sau greu previzibile asupra schimbărilor de lungă durată ale climei, la scară planetară. Printre primii care au ridicat această problemă, fără a încerca însă să-i găsească vreun răspuns, s-a numărat și H. Landsberg. Pornind de la o idee a acestuia, P. A. Kratzer consideră că retragerea ghețarilor remarcată în Europa ar putea fi rezultatul impurificării atmosferei, mai ales că ea coincide cu perioada creșterii impetuoase a orașelor de pe continentul nostru. Influența s-ar fi produs prin modificarea albedoului ghețarilor — datorită depunerii pe suprafața lor a impurităților — fapt care ar fi grăbit substanțial topirea gheții. La rîndul său, G. Plass a arătat că în decurs de 125 de ani

temperatura medie a atmosferei va crește cu 4%. Această creștere se va datora arderii a circa două miliarde tone cărbuni anual, ceea ce va determina evacuarea în atmosferă a unei cantități de bioxid de carbon (CO_2) mult superioară celei pe care plantele de pe suprafața Pămîntului ar putea-o consuma.

Din cauza conținutului sporit de bioxid de carbon al atmosferei, valorile radiației efective vor fi mai mici (Pămîntul va pierde deci mai puțină căldură), în timp ce valorile radiației solare globale nu vor suferi modificări notabile (Pămîntul va primi deci aceeași cantitate de energie radiantă solară).

Determinările precise efectuate cu prilejul Anului Geofizic Internațional (1957—58) au dat posibilitatea să se aprecieze că proporția CO_2 din atmosferă crește anual cu 0,2%, ceea ce înseamnă că de la începutul „erei industriale" ea a sporit cu circa 10%.

Se poate presupune așadar o creștere corespunzătoare a temperaturii medii a atmosferei planetare.

Pe de altă parte însă, profesorul R. Bryson, titularul cursului de Meteorologie de la Universitatea din Wisconsin (S.U.A.), constată că în numai trei decenii (din 1940 pînă în 1970), temperatura medie anuală la suprafața globului terestru a scăzut cu 0,3—0,5°C. El pune această scădere pe seama poluării din ce în ce mai accentuate a atmosferei, reamintind în chip de avertisment că ultima glaciațiune cuaternară a fost provocată de o scădere cu numai 4—5°C a temperaturii medii anuale a Pămîntului.

Evident, reducerea temperaturii nu poate fi dată de creșterea proporției CO_2 din atmosferă, întrucît prin efectul de seră pe care îl produce, alături de vaporii de apă el ar fi dus, dimpotrivă, la o încălzire a climei.

Reducerea termică amintită ar putea fi însă efectul creșterii opacității atmosferei prin impurificare,

aceasta ducînd în mod direct şi sigur la slăbirea intensităţii radiaţiei solare globale.

A doua categorie de consecinţe, de ordin biologic, medical, se referă la „insalubrizarea" aerului urban prin depăşirea concentraţiilor maxime ale imisiei (C.M.I.) pentru diferite tipuri de impurităţi. Sînt cunoscute numeroase cazuri cînd, în condiţii sinoptice dezavantajoase (în general anticiclonice), concentraţia impurităţilor a atins în diferite oraşe sau regiuni industriale valori catastrofale, soldate cu pierderi materiale şi cu mii de victime omeneşti.

În cazurile grave, efectele poluării sînt complexe şi larg cuprinzătoare, datorită faptului că în aerul urban, nu una ci mai multe substanţe de impurificare depăşesc concentraţiile maxime ale imisiei, combinîndu-şi astfel acţiunile şi devenind extrem de nocive. Aşa cum rezultă din datele cercetătorului american W. Bach, efectele unor astfel de concentraţii au îmbrăcat în repetate rînduri caracter tragic (v. tabelul 5).

Tabelul 5

Principalele episoade ale poluării aerului

Data	Locul	Excesul de decese
Feb. 1880	Londra — Anglia	1 000
Ian./Feb. 1899	Londra — Anglia	2 994
Dec. 1930	Valea Meusei — Belgia	63
Oct. 1948	Donora — Pennsylvania, S.U.A.	20
Nov. 1950	Poza Rica — Mexic	22
Dec. 1952	Londra — Anglia	4 000
Nov. 1953	New York — S.U.A.	250
Ian. 1956	Londra — Anglia	1 000
Dec. 1957	Londra — Anglia	700-800
Dec. 1962	Londra — Anglia	700
Ian./Feb. 1963	New York — S.U.A.	200-400
Nov. 1966	New York — S.U.A.	168

Asupra unora din episoadele tragice ale poluării atmosferei se va reveni în capitolul cu privire la ceaţa urbană.

În ultimele două-trei decenii frecvenţa intervalelor cu concentraţii catastrofale ale diferitelor substanţe impurificatoare a crescut îngrijorător, dar — cu toate acestea — mult mai periculoasă rămîne, datorită permanenţei şi caracterului insidios, poluarea obişnuită a atmosferei urbane.

Prin cantitatea mare de oxid de carbon, atmosfera urbană poluată provoacă citadinilor anemii care îi sensibilizează faţă de alţi factori dăunători. De asemenea, poate grăbi sau determina moartea persoanelor cu sensibilitate deosebită la nivelul căilor respiratorii sau aparatului circulator. Poluanţii iritanţi produc în mod frecvent efecte acute — cum ar fi iritaţiile ochilor, nasului şi gîtului. Iritanţii gazoşi (de exemplu SO_2) sporesc, dacă agresiunea continuă un şir de ani, astma, bronşitele şi emfizemul, cancerul pulmonar şi alte boli cronice. Apariţia astmei poate fi cauzată şi de alergeni naturali. Atacuri virulente provoacă însă poluanţii antropici, de felul bioxidului de suif (sum s-a întîmplat la Nashville — Tennessee, în 1961) şi pulberilor în suspensie (cum s-a întîmplat la New Orleans — Louisiana, în 1962).

Bronşita şi emfizemul sînt boli cronice ale aparatului respirator. Ambele boli provoacă scurtarea respiraţiei, emfizemul fiind şi una din principalele cauze ale creşterii mortalităţii în S.U.A.

Acţiunea poluanţilor asupra oamenilor cu bronşită cronică sau emfizem are implicaţii fiziologice şi asupra altor organe. Astfel, inima trebuie să depună un efort mai mare pentru asigurarea ţesuturilor cu oxigen şi substanţe nutritive, fapt ce măreşte rata bolilor cardiovasculare.

Cancerul pulmonar se traduce printr-o creştere haotică a celulelor membranei bronhiale. În prezent se cunosc numeroşi poluanţi atmosferici cu acţiune cancerigenă. Cei mai primejdioşi fac parte din grupa hidrocarburilor policiclice. Benzopirenul, o astfel de hidrocarbură, înregistrează uneori în atmosfera urbană şi a ariilor industriale concentraţii de 100 de ori mai mari decît în cea a localităţilor rurale. El rezultă din arderea incompletă, fiind prezent în gazele evacuate de coşurile industriale, în fumul ţigărilor şi mai ales în gazele eşapate de automobile.

Poluarea atmosferei oraşelor este de asemenea principala cauză a frecvenţei mai mari decît în mediul rural a rahitismului, afecţiunilor otorinolaringologice, afecţiunilor conjunctivale etc.

Gazele care impurifică atmosfera urbană nu sînt nocive numai pentru oameni şi animale. Ele sînt profund dăunătoare şi plantelor. Dintre acestea, cele mai sensibile sînt coniferele, datorită faptului că îşi păstrează frunzele şi iarna, cînd concentraţia şi persistenţa diferitelor gaze în aerul oraşului sînt maxime. Este şi motivul pentru care acestea nu sînt prea des întîlnite în marile oraşe, mai ales în acele sectoare în care aerul este mai intens poluat.

După opinia cercetătorului german A. Sauberer, lichenii nu există în părţile centrale intens circulate şi în cartierele industriale ale oraşelor, tocmai datorită marii lor sensibilităţi faţă de acţiunea gazelor nocive.

În general, de pe urma impurificării suferă cel mai mult plantele tinere, pe suprafaţa cărora apar malformaţii structurale. Totodată se produc diferenţieri anormale ale unor ţesuturi superficiale, cum ar fi de pildă suberul. Apar apoi necroze — manifestate prin brunificarea organelor vegetative şi, adesea, prin moartea plantei. Nici plantele mature nu sînt

ferite total de acţiunea gazelor. Un exemplu concludent în acest sens îl constituie degenerarea parţială a pădurilor de conifere de pe Valea Maurienne (Franţa), între Modane şi Aiguebelle, unde pe o suprafaţă de 700 ha s-au găsit 16 565 arbori morţi, procentul cel mai mare de mortalitate fiind înregistrat de pin (80%) şi molid. Bradul şi laricele s-au dovedit a fi mai rezistenţi. Cauza acestei distrugeri a fost grava impurificare a aerului cu fluor, provocată de complexele metalurgice aluminifere aflate în apropiere.

Agresiunea impurităţilor atmosferice se manifestă şi împotriva clădirilor din oraşe. Ele sînt murdărite şi supuse chiar coroziunii, mai ales de către acizii din aerul urban. Este clasic exemplul obeliscului adus de la Luxor, care, din 1836, cînd a fost instalat în Place de la Concorde din Paris, şi pînă azi, a suferit o uzură mai mare decît aceea la care a fost supus pe locul său iniţial, din epoca lui Ramses al III-lea (secolul al XIII-lea î.e.n.) pînă în 1836.

În mod asemănător, Acul Cleopatrei — obelisc instalat la New York în 1881 — s-a deteriorat în mai puţin de un secol, de o sută de ori mai mult decît în cele trei milenii de existenţă pe pămîntul Egiptului „natal".

Firesţe, în ambele cazuri acţiunea distructivă a poluanţilor s-a conjugat cu cea a factorilor climatici (umezeală, precipitaţii, îngheţ-dezgheţ etc.), mai puternică în regiunile temperate decît în cele tropicale. Aceasta nu înseamnă că acţiunea distructivă a poluanţilor atmosferici poate fi ignorată. Dimpotrivă, compararea deteriorărilor suferite de friza Partenonului de pe Acropola Atenei cu starea perfectă a unei matriţe „martor" confecţionată din ipsos şi păstrată din anul 1802 într-un loc ferit de poluare, a condus la concluzia că în epoca industrializării ce-

lebrul monument arhitectonic a fost deteriorat mai mult decît în cele 22 secole anterioare.

Capodopere ale arhitecturii gotice, ca de pildă Domul din Milano, Domul din Köln și altele, au înregistrat în perioada industrială deteriorări mai accentuate decît în secolele scurse de la înălțarea lor, cu toate că — în linii mari — condițiile climatice au rămas aceleași.

Paralel cu accentuarea poluării aerului urban și creșterea frecvenței situațiilor extrem de grave s-au înmulțit și avertismentele lansate de oamenii de știință.

Întors la catedră după 22 de ani, profesorul John Scopes, celebrul „inculpat" al nu mai puțin celebrului „Proces al maimuțelor", afirma în 1970 : „În 30 de ani, dacă oamenii vor continua să «ardă» atmosfera în același ritm, Terra va deveni de nelocuit. Dacă gradul de poluare în lume ar fi tot atît de ridicat ca în S.U.A., viața pe Pămînt nu ar putea dura mai mult de trei luni".

Gravitatea excepțională a problemei poluării aerului urban și atmosferei în general, reclamă stringent luarea unor măsuri eficiente, înainte ca natura să fie contaminată și distrusă într-o proporție prea mare. Aceasta cu atît mai mult cu cît efectele ei se conjugă cu cele ale poluării apelor și solului.

1.6.6. Combaterea poluării aerului urban

Problema combaterii poluării aerului urban are, ca și poluarea însăși, o vechime apreciabilă, chiar dacă pînă acum trei-patru decenii ea nu se punea cu atîta acuitate ca astăzi. Cea dintîi măsură oficială împotriva poluării aerului urban a fost adoptată în Anglia secolului al XIII-lea (1273) și a constat în interzicerea poluării cu fum în anumite intervale. Necesitatea ei se va fi impus încă din acea vreme, cu

toate că nu putea fi vorba nici pe departe de industrie sau industrializare. Nouă ani mai tîrziu, Carol al VI-lea, regele Franței dădea un edict prin care interzicea producerea fumului „rău mirositor și grețos".

În 1863 a fost adoptată în Anglia Legea alcalină (Alkali Act), care avea să fie îmbunătățită optsprezece ani mai tîrziu (1881).

În 1956, Parlamentul britanic a votat o lege împotriva poluării atmosferei, a cărei aplicare a dus la îmbunătățiri sensibile, chiar dacă nu suficiente, ale situației privitoare la impurificarea aerului urban. Astfel, la Londra, interzicerea arderii cărbunilor în focarele casnice și industriale a contribuit la creșterea cu 32 de ore a duratei strălucirii soarelui în anotimpul de iarnă.

Din 1968, Marea Britanie — țară în care poluarea atmosferei a îmbrăcat mai des decît în alte părți forme deosebit de grave — dispune de Legea aerului curat (Clean Air Act), adică de un complex de măsuri destinate să combată mai eficient decît pînă atunci impurificarea atmosferei în general și a atmosferei urbane în special.

În prezent, toate țările cu industrie cît de cît dezvoltată dispun de legi îndreptate împotriva poluării aerului. Astfel, R.P. Polonă a adoptat în 1959 Legea ocrotirii atmosferei, pe care a amendat-o în 1967 ; S.U.A. au din 1967 Legea calității aerului, iar în Japonia acționează din 1968 Legea pentru controlul poluării atmosferice. Șirul exemplelor poate fi desigur continuat.

În țara noastră, Legea privind protecția mediului înconjurător (nr. 9 din 20 iunie 1973), inițiată de conducerea partidului și statului, atestă preocuparea acestora pentru „păstrarea echilibrului ecologic, menținerea și ameliorarea calității factorilor naturali,

dezvoltarea valorilor naturale ale țării, asigurarea unor condiții de viață și de muncă tot mai bune generațiilor actuale și viitoare". În capitolul III sînt detaliate, printre altele, și sarcinile specifice ale unor ministere și organe centrale în competența cărora intră prevenirea și combaterea poluării aerului. Astfel, Ministerului Sănătății îi revine sarcina stabilirii normelor de igienă și limitelor maxime admisibile pentru diferitele substanțe impurificatoare ale atmosferei ; Ministerului Industriei Chimice îi revin sarcini legate de îmbunătățirea tehnologiei carburanților, lubrifianților și pesticidelor, în scopul prevenirii impurificării atmosferei și influenței nocive pe care aceasta o exercită asupra omului și mediului său ambiant ; Consiliului Național pentru Știință și Tehnologie, în colaborare cu institute și instituții de profil, îi revine sarcina de a asigura — pe bază de programe prioritare — dezvoltarea cercetărilor privind protecția atmosferei și a celorlalți componenți ai mediului înconjurător ; Ministerului Educației și Învățămîntului îi revine sarcina instruirii cadrelor de specialitate și educării maselor largi de elevi și studenți pentru prevenirea și combaterea poluării atmosferei și tuturor celorlalți componenți ai mediului înconjurător etc.

Pe măsura creșterii poluării mediului, s-a creat, în diferitele țări ale lumii, nu numai cadrul legal destinat prevenirii și combaterii acesteia, ci și cadrul instituțional. Anglia a fost, în mod firesc, prima țară din lume care a creat un minister avînd în preocupările sale problemele mediului înconjurător. De aceleași probleme se ocupă Oficiul federal al mediului înconjurător în R. F. Germania, Administrația națională de protecție a mediului înconjurător și Direcția națională suedeză a protecției mediului înconjurător — în Suedia, Agenția pentru protecția

mediului înconjurător din S.U.A. și Consiliul prezidențial pentru calitatea mediului înconjurător — în S.U.A. etc.

În R.S. România, prin Legea nr. 9 din 1973 privind protecția mediului înconjurător a fost înființat și Consiliul Național pentru Protecția Mediului Înconjurător — organ central, larg reprezentativ, subordonat Consiliului de Miniștri. Acesta avizează normativele privitoare la protecția mediului înconjurător, elaborate de către ministerele și organele centrale competente, veghind asupra concordanței lor cu progresul tehnologiei și al metodelor și mijloacelor de combatere a mediului înconjurător.

Conștiința primejdiei prezentate de impurificarea progresivă a determinat trecerea la măsuri de combatere a acesteia, concertate pe plan internațional. Măsurile respective se reflectă în preocupările unor organisme specializate ale O.N.U., care elaborează „recomandări cu vocație universală", în colaborarea internațională din domeniul prevenirii și combaterii poluării mediului etc.

Printre organismele O.N.U. în preocupările cărora sînt incluse și probleme de prevenire și combatere a poluării atmosferei la scară regională și planetară se numără Organizația Meteorologică Mondială (O.M.M.), Organizația Mondială a Sănătății (O.M.S.), Organizația Națiunilor Unite pentru Educație, Știință și Cultură (U.N.E.S.C.O.) etc.

Un moment crucial, deschizător de largi perspective pentru colaborarea internațională în domeniul prevenirii și poluării atmosferei îl reprezintă Conferința Națiunilor Unite asupra Mediului Înconjurător, care a avut loc la Stockholm în intervalul 5-6 iunie 1972. Declarația cu privire la mediul înconjurător și recomandările elaborate cu acest prilej constituie

și astăzi elemente de referință în ansamblul acțiunilor întreprinse pe plan național și internațional pentru păstrarea unei atmosfere curate, a unui mediu înconjurător favorabil vieții și dezvoltării.

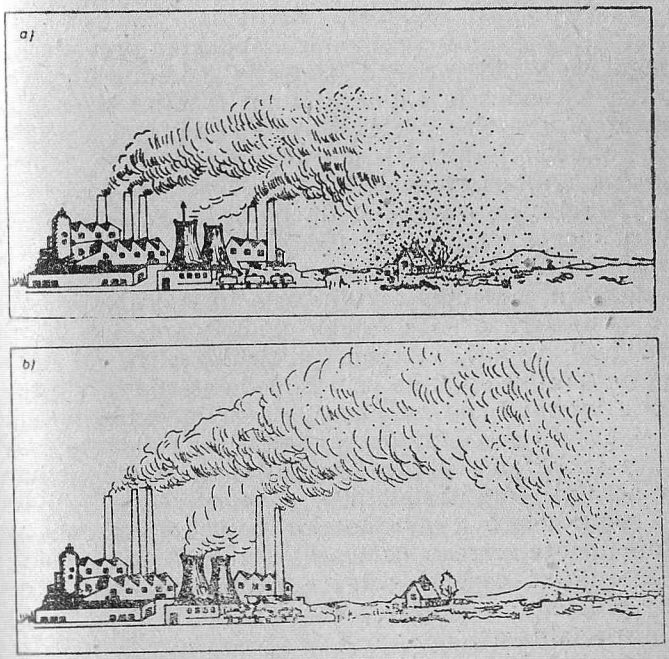
Probleme ale protecției mediului înconjurător, deci și ale atmosferei, au figurat și pe agenda Conferinței pentru securitate și cooperare în Europa (Helsinki, 1975). Actul final al acestei conferințe a inclus, pe lîngă cooperarea în domeniile economic, științific și tehnic, și colaborarea privind mediul înconjurător.

Numeroase alte întîlniri internaționale au abordat problema protecției mediului înconjurător și nu sînt puține eforturile întreprinse pentru limitarea poluării acestuia.

Firește, nici legile și nici instituțiile nu pot rezolva multiplele probleme ridicate de poluarea mediului înconjurător, fără participarea conștientă a maselor largi de cetățeni. Tocmai de aceea, crearea unei opinii de masă în favoarea participării permanente a fiecărui cetățean la complexul de acțiuni destinate preîntîmpinării sau ameliorării poluării mediului este o cerință imperioasă, de care depinde în bună măsură eficiența eforturilor întreprinse. Trebuie recunoscut însă că succesele obținute pînă în prezent, în lupta cu poluarea atmosferei în general și a atmosferei urbane în special, nu sînt nici spectaculare, nici suficiente. Pentru că legile adoptate în acest sens, venind oarecum, într-o primă fază, în contradicție cu necesitățile dezvoltării intensive a industriilor, nu reușesc să rezolve problemele decît parțial.

Imisia fiind — așa cum s-a arătat — un efect direct al emisiei, rezultă că pentru a reduce eficient poluarea aerului dintr-o regiune oarecare este necesară micșorarea emisiei. Orice alte măsuri, cum ar

fi de pildă supraînălțarea coșurilor, nu fac decît să reducă imisia din imediata apropiere a sursei, sporind-o însă în zone mai depărtate, neafectate anterior (v. figurile 7 a și b). În acest fel, la scara unor



7. Răspîndirea impurităților înainte (a) și după (b) supraînălțarea coșurilor.

teritorii mai mari, lucrurile rămîn aproape neschimbate. Asemenea măsuri sînt totuși necesare, întrucît împiedică depășirea accentuată și persistentă a concentrației maxime a imisiei pentru diferite substanțe impurificatoare, care creează — în anumite condiții

sinoptice — stări insuportabile pentru locuitorii urbani.

Reducerea eficientă a impurificării la scară națională și pentru o perioadă îndelungată nu poate fi realizată decît pe seama micșorării emisiei.

În Republica Socialistă România, țară cu ritm rapid de dezvoltare economică, aplicarea prevederilor legii nr. 9/1973 privind protecția mediului înconjurător a condus la obținerea unor rezultate bune, atmosfera orașelor păstrîndu-se curată deși numărul obiectivelor industriale intrate în funcțiune a înregistrat creșteri apreciabile.

Deosebit de sintetic și de limpede, articolul 8, cu care începe capitolul II (Secțiunea I : Protecția aerului) al legii menționate, prevede că : „În scopul asigurării protecției aerului este interzisă evacuarea în atmosferă a substanțelor dăunătoare, sub formă de gaze, vapori, aerosoli, particule solide și altele, peste limitele stabilite prin reglementările în vigoare. Este interzisă, de asemenea, darea în exploatare de noi unități sau extinderea unităților existente care, prin activitatea lor, pot constitui surse de poluare a aerului, fără instalații și dispozitive de reținere și neutralizare a substanțelor poluante în stare de funcționare corespunzătoare, ori fără alte lucrări sau măsuri care să asigure respectarea condițiilor de protecție a calității aerului stabilite de organele de specialitate".

La rîndul său, articolul 9, din aceeași lege, concretizează sarcinile ce revin, pe linia protecției aerului, organelor centrale și locale ale administrației de stat, întreprinderilor și instituțiilor, care sînt obligate : să amplaseze obiectivele economice ce ar putea polua aerul numai în zonele stabilite în acest scop prin planurile de sistematizare ; să adopte tehnologii de producție nepoluante sau să echipeze instalațiile generatoare de poluanți cu dispozitive apte să prevină poluarea aerului ; să asigure exploatarea rațională a instalațiilor poluante și a celor pentru prevenirea poluării ; să perfecționeze procesele tehnologice în vederea reducerii poluării ; să adopte sisteme și mijloace de transport care nu poluează aerul sau să echipeze mijloacele respective cu dispozitive de neutralizare a poluanților înainte de a fi emiși în atmosferă etc.

În concordanță cu prevederile legii protecției mediului înconjurător, constructorii unor mari obiective economice intrate în funcțiune la Bacău, Tulcea, Midia-Năvodari, Călărași, Drobeta-Turnu Severin și în alte centre urbane au reușit să edifice adevărate cetăți industriale moderne, ale căror emisii de substanțe impurificatoare sînt nesemnificative, concentrațiile acestora în aerul orașelor respective rămînînd în limitele igienic admisibile. La Bacău, de pildă, Combinatul chimic a fost amplasat la 6 km sud de oraș, vînturile dominante bătînd dinspre nord și nord-vest. La Călărași, marele Combinat siderurgic continuă să se extindă la cîțiva km de periferia nord-vestică a orașului, vînturile cele mai frecvente bătînd dinspre vest și nord. La Arad, Combinatul de îngrășăminte chimice a fost construit la circa 8 km est de oraș, adică în direcția vînturilor cu cea mai redusă frecvență (sub 5%).

Șirul exemplelor de obiective industriale amplasate rațional, din punctul de vedere al protecției mediului înconjurător, poate fi desigur continuat. Acestei măsuri preliminare i se adaugă echiparea instalațiilor poluante cu filtre și dispozitive pentru diminuarea și recuperarea substanțelor nocive la gurile surselor, instalații pentru „spălarea" gazelor de ardere, pentru desprăfuirea masivă a fumurilor și altor deșeuri eliminate în atmosferă etc.

Lupta pentru prevenirea și combaterea poluării aerului este în faza ei incipientă. Avertismentele lansate în repetate rînduri, de oamenii de știință și specialiștii din domenii de activitate foarte variate, dar mai ales efectele nocive constatate de aproape toți locuitorii urbani ai lumii, au impus cunoașterii generale pericolul grav pe care îl reprezintă poluarea aerului. Omenirea a înțeles că atmosfera nu poate fi folosită la nesfîrșit drept „ladă de gunoi" pentru fumul, funinginea și gazele otrăvitoare ale industriilor și autovehiculelor, fără ca acest lucru să se întoarcă împotriva ei. Și, înțelegînd, omenirea a început să acționeze.

2. RADIAȚIA SOLARĂ ÎN ORAȘ

Emiterea de către sursele urbane a impurităților de tot felul determină formarea, deasupra orașelor, a unor adevărate calote cenușii sau gălbui de pîclă, care, în situațiile sinoptice fără vînt sau cu vînt slab, plutesc pînă la înălțimi de 1 500 — 2 500 m. Ele exercită o influență considerabilă asupra radiației solare atît în ceea ce privește intensitatea ei, cît și în privința duratei strălucirii Soarelui.

2.1. Slăbirea intensității radiației solare în oraș

Datorită procesului complex al extincției, radiația solară pierde, în drumul ei către suprafața terestră, circa 40% din energia avută la limita superioară a atmosferei. Mărimea pierderilor depinde în principal de lungimea drumului străbătut (deci, de înălțimea

Soarelui deasupra orizontului) și de gradul de impurificare a atmosferei.

Cantitatea mare de impurități din aerul orașelor determină o atenuare accentuată a intensității radiației solare. Numeroase măsurători efectuate paralel în orașe și localități rurale învecinate permit formarea unei imagini generale destul de concludente asupra acestei probleme.

În mersul ei anual, radiația solară directă este mai puternic slăbită iarna, cînd înălțimea Soarelui deasupra orizontului este mai mică și concentrația impurităților mai mare. Aceleași cauze determină în mersul zilnic o mai mare slăbire a radiației în orele de dimineață și de seară.

Determinările instrumentale au arătat că vara, la poziții înalte ale Soarelui și concentrații minime ale impurităților, pîcla orașului absoarbe numai 20% din radiația solară directă, în timp ce iarna — la poziții joase ale Soarelui și concentrații mari ale impurităților — absorbția ajunge pînă la 50%.

Deoarece cantitatea și proprietățile fizice ale impurităților atmosferei urbane variază în timp și spațiu, valorile măsurate în diverse orașe și perioade, de către diferiți cercetători, se deosebesc oarecum între ele.

O dovadă certă a slăbirii intensității radiației solare directe din cauza calotei de pîclă a orașului au oferit-o cercetătorii austrieci F. Lauscher și F. Steinhauser, prin măsurătorile efectuate la Viena, în vîrful catedralei Sf. Ștefan (Stephansdom) și la baza ei (diferența de nivel fiind de 72 m) în două zile apropiate, cu situații sinoptice diferite. În ziua de 15 iulie 1931, pe o vreme cu pîclă și vînt slab, măsurătorile repetate au avut ca rezultat valoarea medie de 1,084 cal/cm^2.min. pe turnul catedralei și de 1,022 cal/cm^2.min. la baza lui. Exprimată procentual,

diferența de 0,062 cal/cm^2.min. arată că la punctul inferior de măsurare a ajuns o cantitate de radiație cu 6% mai mică decît la cel superior, datorită drumului mai lung parcurs de razele solare directe prin aerul puternic impurificat al orașului. În schimb, la 17 iulie 1931, pe o vreme cu vînt tare, care producea amestecul aerului într-un strat mai înalt decît turnul catedralei, măsurătorile nu au pus în evidență nici o deosebire mai importantă.

Din datele lui F. Steinhauser rezultă că vaporii de apă slăbesc intensitatea radiației solare directe de 10 ori, iar ceața urbană de 40-120 ori mai mult decît aerul uscat.

Rezultate concludente a obținut și cercetătorul american J. F. Hand prin compararea datelor înregistrate pe o perioadă de patru ani în centrul orașului Boston și la 10 mile în afara acestuia. Datele respective arată că atmosfera urbană primește cantități de radiație solară cu 15% mai mici decît împrejurimile.

În epoca actuală orașele primesc în medie cu 10-20% mai puține radiații solare decît localitățile rurale din împrejurimi, ca urmare a poluării atmosferei. Reducerea cantității de radiații solare este cu atît mai mare cu cît acestea au lungimi de undă mai mici. Radiațiile ultraviolete, de exemplu, sînt diminuate iarna chiar cu 30%, ceea ce favorizează apariția — destul de frecventă în marile orașe — a rahitismului.

Diferențele de intensitate a radiației solare directe între oraș și localitățile rurale depind în mare măsură și de mișcările aerului. Pe timp calm ori cu vînt slab, care nu împiedică formarea și stagnarea calotei de pîclă sau a ceții deasupra orașului, apar deosebirile cele mai mari. În schimb, vînturile puternice șterg aceste deosebiri.

În mersul anual, cele mai mari diferențe între sat și oraș se înregistrează iarna, cînd nu există curenți ascendenți care să asigure transportul către înălțime și împrăștierea impurităților atmosferei urbane.

Regimul săptămînal al concentrației impurităților în atmosfera urbană atrage după sine apariția unui regim săptămînal al intensității radiației solare directe.

Cercetătorul englez J. R. Ashworth a stabilit, pentru o serie de orașe din Anglia, o intensificare a radiației solare directe duminica și o scădere treptată a ei, pînă la minimul care se produce miercuri. Oscilațiile săptămînale sînt mai evidente vara și se datorează lipsei fumului industrial în zilele de duminică. Iarna ele devin imperceptibile, din cauză că lipsa fumului industrial este compensată de fumul emanat de coșurile sobelor din locuințe.

Măsurătorile efectuate în cartierele de locuințe cu încălzire electrică au arătat lipsa deosebirilor de intensitate a radiației solare directe între zilele de lucru și duminici.

În privința radiației difuze se constată că ea nu este slăbită sensibil și nici amplificată prea mult din cauza concentrației mari a impurităților din aerul urban.

2.2. Scăderea duratei de strălucire a Soarelui în oraș

Încă din secolul trecut, cercetătorul englez F. A. Russel a arătat, pe baza măsurătorilor făcute la Londra și în împrejurimile acesteia, că durata strălucirii Soarelui este apreciabil mai redusă în oraș față de localitățile din jur.

Diferența de 566 ore dintre mediile anuale ale duratei strălucirii Soarelui în London City (1 158 ore)

și Eastburn — o mică localitate situată la sud-vest de Londra — (1 724 ore) se explică prin gradul accentuat de impurificare a atmosferei londoneze care favoriza formarea mai accentuată a ceții și norilor.

Rezultate similare a obținut și cercetătorul german F. Dannmeyer, prin compararea duratei medii anuale a strălucirii Soarelui la Hamburg (1 477 ore) și la Salemburg — localitate din împrejurimile marelui oraș (1 711 ore).

Cercetătorul englez H. Parry publică, la rîndul său, date procentuale care evidențiază scăderea duratei strălucirii Soarelui în Londra față de împrejurimile sale. Astfel, în centrul orașului, durata strălucirii Soarelui reprezenta în luna decembrie numai 44% din durata respectivă înregistrată în localitățile rurale învecinate, iar în luna iulie, 94%. Media anuală era de 82 %, de unde rezultă că Soarele strălucea la Londra cu 18% mai puțin decît în împrejurimi.

După cum arată cercetătorul englez C. E. Broocks, începînd cu anul 1920, durata strălucirii Soarelui la Greenwich a scăzut treptat, pe măsura includerii lui în sfera de influență a metropolei.

Scăderea duratei de strălucire a Soarelui paralel cu creșterea orașului a fost constatată și la București — de către S. Patrichi și M. Ivanov. Analizele efectuate au arătat că între 1900 și 1920 durata strălucirii Soarelui la București-Filaret era de 2 300—2 350 ore, iar între 1930 și 1960 de numai 2 200 ore. Același lucru a fost pus în evidență și pentru durata strălucirii Soarelui în anotimpul de iarnă. Inițial aceasta se ridica la 270 ore, iar în 1930—1940 scăzuse deja la 195—200 ore, adică cu 30%. Rezultă că cele mai importante reduceri ale duratei strălucirii Soarelui s-au produs pentru perioada de iarnă, cînd emanațiile industriale și casnice de impurități sînt maxime și cînd frecvența situațiilor de timp anticiclonic este mare.

Fără să conteste rolul însemnat pe care l-a avut în această reducere intensificarea circulației generale a atmosferei — observată în ultimele decenii—, cei doi autori consideră că ea se datorează în bună măsură și dezvoltării activității industriale a orașului.

Regimul diurn al duratei strălucirii Soarelui are un caracter asemănător celui anual, cea mai importantă scădere a duratei producîndu-se în orele de după-amiază, cînd se formează mai intens norii cumuliformi de origine termoconvectivă.

2.3. Influența radiației solare asupra orașului

În epoca actuală, radiația solară reprezintă un parametru care nu poate fi ocolit în nici o documentație climatologică folosită de constructorii unor obiective cît de cît importante. Printre problemele care depind de acest parametru se numără : alegerea celei mai favorabile poziții de amplasare a orașului, cartierului sau edificiului din punct de vedere al iradierii, orientarea cea mai bună a clădirilor pentru a asigura pătrunderea razelor solare în diferitele încăperi, dimensionarea și alegerea formei ferestrelor, aprecierea distanței dintre clădiri, astfel încît să nu se umbrească între ele etc.

Pentru construcții, radiația solară prezintă o importanță deosebită, atît din punct de vedere al energiei calorice cît și al fluxului luminos.

Ca flux energetic cu mari variații temporale și spațiale, radiația solară prezintă pentru construcții o mare însemnătate, datorită încălzirii diferențiate pe care o provoacă prin transformarea ei pe suprafețe diferit orientate și înclinate.

Energia primită de diferitele suprafețe din radiația difuză nu depinde aproape deloc de orientarea

acestora, astfel încît un perete orientat către nord primește o cantitate egală de radiație difuză cu unul orientat către sud. Numai „îngustarea orizontului" poate duce la o scădere a energiei provenite din radiația difuză, deoarece acoperirea unei părți a bolții cerești face ca acea parte să nu mai joace rol de sursă de radiații.

Dimpotrivă, energia primită de o suprafață din radiația solară directă se află într-o strînsă dependență de unghiul de incidență al razelor (ora zilei și anotimpul) și de expunerea suprafeței receptoare (orientarea și înclinarea). Măsurătorile întreprinse au arătat că o suprafață verticală (perete) orientată spre sud, primește atît în anotimpurile de tranziție cît și iarna, o cantitate de radiație solară directă mai mare decît suprafața orizontală. În schimb, vara, peretele cu expoziție sudică primește energie solară directă mai puțină decît suprafața orizontală. Pereții cu expoziție nordică sînt cel mai slab încălziți de razele solare directe în toate anotimpurile. Pereții expuși către est și vest ocupă poziții intermediare, iarna primind cantități de căldură cuprinse între cea a peretelui sudic și cea a peretelui nordic, iar vara, cantități mai mari decît peretele sudic. În zilele cu frecvență mare a norilor de convecție, după-amiaza apar deosebiri sensibile și între cantitățile de radiații solare directe primite de pereții cu expoziție vestică și estică.

Mai puțin important decît efectul caloric, efectul luminos al radiației solare are o oarecare însemnătate în construcția orașelor și stabilimentelor de tot felul, atît pentru dimensionarea și stabilirea orelor de conectare a iluminatului artificial public, cît și — mai ales — pentru dimensionarea, orientarea și alegerea formei ferestrelor, în vederea unei cît mai bune iluminări naturale a încăperilor.

Cu toate că există puține serii lungi de măsurători ale intensității luminii, mai ales pe suprafețe diferit orientate, cercetările au stabilit că ea poate fi evaluată în medie, înmulțind energia radiației globale cu un coeficient a cărui valoare este de 60 000 ± 5 000 lucși/cal/cm^2•min. El este însă valabil numai pentru zilele senine.

3. TEMPERATURA AERULUI ÎN ORAȘ

Dată fiind importanța practică mare, temperatura constituie elementul climatic asupra căruia s-au efectuat cele mai numeroase determinări instrumentale. Existența unei aparaturi (termometre și termografe) suficient de precise, precum și posibilitatea executării măsurărilor fără eforturi prea mari, au favorizat de asemenea acumularea de date privind temperatura aerului în oraș.

Studiul condițiilor termice ale orașului, ca dealtfel și studiul altor elemente climatice, se realizează prin două elemente principale. Prima constă în compararea valorilor obținute prin determinări paralele la stații meteorologice perechi (oraș-localitate rurală învecinată), iar a doua, în compararea valorilor obținute în urma unor expediții cu măsurători, al căror traseu include atît orașul cît și împrejurimile sale.

3.1. Diferența termică medie între oraș și împrejurimi

Existența stațiilor meteorologice perechi a făcut posibilă determinarea valorilor medii ale diferențelor

de temperatură dintre orașe și localitățile rurale aflate în vecinătate.

În medie anuală, aceste valori oscilează între 0,5 și 1,5°C, ceea ce aparent nu înseamnă prea mult. Dar nu trebuie să se piardă din vedere că mediile anuale maschează într-o foarte mare măsură situații concrete în care diferențele sînt considerabile. Ba, mai mult, dacă se ia în considerație faptul că diferența anuală de 1°C corespunde în latitudine distanței de 200 km, iar în înălțime diferenței de nivel de 150-200 m, importanța valorilor menționate capătă dimensiunile reale. Dealtfel, temperaturile medii anuale ale aerului obținute la stațiile din sudul și nordul Cîmpiei de Vest, ca și cele de la stațiile din Cîmpia Română și Cîmpia Jijiei, oscilează între 10,9 și 9,6°C. Așadar, între București și Iași există o diferență de 1,3°C, iar între București-Filaret și București-Băneasa, de 1,1°C (v. tabelul 6).

Tabelul 6

Diferența medie anuală de temperatură între oraș și împrejurimi

1. New York	+1,8°C	8. Philadelphia	+0,8°C
2. Paris	+1,5°C	9. Tbilisi	+0,9°C
3. Milano	+1,3°C	10. Los Angeles	+0,7°C
4. Berlin	+1,0°C	11. Washington	+0,6°C
5. Stuttgart	+1,0°C	12. Chicago	+0,6°C
6. București	+1,1°C	13. Calcutta	+0,5°C
7. München	+0,9°C	14. Baku	+0,5°C
		15. Saint-Louis	+0,4°C

Analiza diferențelor medii de temperatură între diverse orașe și împrejurimile lor conduce la cîteva concluzii interesante.

O primă concluzie este aceea că diferențele termice dintre oraș și împrejurimi sînt cu atît mai

mari cu cît orașul este mai mare. Meteorologul austriac J. Hann afirmă însă că mărimea diferențelor termice nu este întotdeauna dependentă de dimensiunile centrelor urbane. În acest sens orașele americane constituie dovezi concludente, diferențele de temperatură înregistrate de ele față de localitățile rurale învecinate fiind mult mai mici decît ar fi fost de așteptat, judecînd după dimensiunile lor. Dealtfel chiar stațiile obișnuite din New York indică diferențe de numai 1,1°C. Acest lucru se datorează însă faptului că în orașele americane stațiile meteorologice sînt instalate de regulă la etajele superioare ale „zgîrie-norilor", unde condițiile climatice sînt diferențiate față de cele de la nivelul inferior, singurul ale cărui date ar putea fi comparabile cu cele de la stațiile rurale învecinate. Diferența termică medie anuală de 1,8°C la New York s-a obținut numai după ce a fost instalată stația meteorologică din Jersey City, care efectuează observații la un nivel apropiat de suprafața terestră. Aceasta este cea mai mare diferență medie anuală înregistrată între oraș și împrejurimi, în întreaga lume.

O altă concluzie constă în faptul că valorile diferențelor termice dintre oraș și împrejurimi cresc dinspre ecuator către latitudinile temperate. Astfel, la Calcutta — oraș de peste 7,0 milioane locuitori — diferența este de numai 0,5°C, pe cînd la București (1,8 mil. loc.) ea atinge 1,1°C.

Din tabelul 6 (v. p. 64) se poate, de asemenea, constata că orașe ca Stuttgart (0,6 mil. loc.) și Milano (1,7 mil. loc.) înregistrează diferențe de 1,0 și respectiv 1,3°C față de împrejurimile lor, egalînd sau depășind Berlinul (3,1 mil. loc.) și alte orașe mari din Europa, aflate tot la latitudini temperate. Acest lucru se datorește însă faptului că atît Stuttgartul cît și Milano sînt situate în regiuni bine adăpostite

natural. Orașul sovietic Baku (1,4 mil. loc.) înregistrează la rîndul său diferențe medii anuale de numai 0,5°C, în timp ce la Tbilisi (1,0 mil. loc.) ele sînt de 0,9°C. Clima ambelor orașe fiind la fel de caldă, valorile deosebite ale diferențelor termice față de împrejurimi nu pot fi explicate decît prin viteza medie mai mare a vînturilor la Baku (5,5 m/s) față de Tbilisi (3,3 m/s).

Deosebirile termice dintre oraș și localitățile rurale învecinate sînt și mai ușor sesizabile în numărul zilelor de iarnă ($t_{max} \leq 0°C$), numărul zilelor de îngheț ($t_{min} \leq 0°C$) și numărul zilelor de vară ($t_{max} \geq 25°C$), așa cum rezultă din tabelul 7.

Tabelul 7

Numărul mediu anual al zilelor de iarnă, de îngheț și de vară

Orașul	Zile de iarnă		Zile de îngheț		Zile de vară	
	oraș	sat	oraș	sat	oraș	sat
București	26	34	81	110	116	110
Berlin	27	29	81	100	35	29
München	26	27	88	119	30	34
Nürnberg	23	24	93	108	39	37
Köln	4,5	4,9	19	29	—	—

Este evident, deci, că din punct de vedere termic orașul are o climă mai blîndă decît regiunea înconjurătoare. Cele mai mari diferențe se constată în cazul numărului zilelor de îngheț, datorită faptului că primăvara și toamna, pe timp calm și senin, în localitățile rurale se produc adesea înghețuri radiative nocturne, care în oraș nu pot avea loc din cauza pînzei de pîclă și încălzirii artificiale. Astfel, la Köln

se produc numai două treimi din înghețurile înregistrate la stațiile din afara orașului.

Zilele de iarnă se datoresc invaziilor reci dinspre nord și nord-est, astfel încît influența orașului, oricît ar fi ea de mare, nu reușește să compenseze decît în mică măsură temperaturile foarte coborîte, astfel determinate.

Numărul zilelor de vară este mai mare în orașe, cu excepția Münchenului unde așezarea stației meteorologice într-o stradă îngustă, deschisă vînturilor de vest, duce la rezultate opuse, nereale.

Datele medii ale primului și ultimului îngheț și numărul mediu al zilelor fără îngheț atestă de asemenea superioritatea termică a orașului față de împrejurimi. În general, primăvara începe mai tîrziu la oraș, cu circa o săptămînă, decît în afara lui. Acest fapt este evident în ciclul vegetativ al diferitelor specii de plante.

Superioritatea termică a orașului față de împrejurimi se reflectă asupra locuitorilor urbani și în mod direct, în sensul că încălzirea locuințelor începe aici mai tîrziu și se încheie mai devreme decît în localitățile rurale vecine.

Regimul diurn al diferențelor de temperatură dintre oraș și împrejurimi a fost pus în evidență de numeroase cercetări, întreprinse în orașe din diferite regiuni ale lumii. Acestea au arătat că în tot cursul anului diferențele maxime de temperatură între oraș și localitățile rurale învecinate se produc seara, în jurul orei 21, iar cele minime, la amiază, în jurul orei 14. Apariția celor mai mari diferențe termice la ora 21 se explică prin încălzirea puternică a construcțiilor urbane în cursul zilei și emiterea încrucișată a radiațiilor infraroșii seara, cînd cîmpul liber înconjurător s-a răcit deja.

Senzația de zăpușeală pe care o dă aerul orașului în serile zilelor caniculare de vară, mai ales în sectoarele centrale cu construcții compacte se datorează radiațiilor încrucișate emise de pereții supraîncălziți ai clădirilor.

Încălzirea mai lentă a orașului și mai rapidă a cîmpului liber face ca la amiază diferențele termice să fie minime. Iarna orașul rămîne mai cald decît împrejurimile chiar și în orele amiezii, dar primăvara, toamna și uneori chiar vara el este mai rece decît împrejurimile. Valorile diferențelor negative sînt însă extrem de mici.

În evoluția lor diurnă, diferențele de temperatură sînt puternic influențate de nebulozitate și vînt. Atît gradul mare de acoperire cu nori a bolții cerești, cît și vînturile puternice, provoacă scăderi sensibile ale diferențelor termice dintre oraș și împrejurimi. Dimpotrivă, prezența stratului de zăpadă determină o creștere accentuată a diferențelor de temperatură. Aceasta se explică, pe de o parte prin albedoul mare și coeficientul de emisie în infraroșu, de asemenea mai mare al zăpezii curate, depuse în strat continuu pe cîmpurile din afara orașului iar, pe de altă parte, prin albedoul mai mic și caracterul discontinuu al stratului de zăpadă din oraș, ca urmare a activităților economice.

Aproape toate exemplele prezentate mai sus s-au referit la valorile medii ale diferențelor termice dintre oraș și împrejurimi, rezultate dintr-un anumit număr de zile, de cele mai multe ori nu prea mare. Întrucît ele maschează situațiile extreme, concrete, care au o importanță deosebită pentru sănătatea și activitatea locuitorilor urbani, studiile de topoclima orașelor trebuie neapărat să includă și astfel de situații. Cu atît mai mult cu cît două orașe avînd clima în general asemănătoare se pot deosebi esențial,

grație caracterului și frecvenței valorilor extreme ale diferitelor elemente meteorologice.

Exemplele care urmează încearcă să sugereze cît de mari pot fi diferențele de temperatură dintre oraș și împrejurimi în anumite situații sinoptice.

În 1932, cercetătorul german J. Grunow a măsurat la Berlin diferențe termice de pînă la 10°C. În zilele de 3—4 martie 1947, cercetătorul german W. Lammert a determinat la Hanovra diferența de 9°C. La 12 mai 1927, pe timp calm și senin, W. Schmidt a măsurat în centrul Vienei o temperatură de 5°C, iar în afara orașului, la aproape 10 km depărtare, una de — 3°C. Deci este evident că înghețul radiativ care s-a produs în cîmpul deschis nu putea afecta în nici un caz orașul. O situație asemănătoare a fost constatată la München de către cercetătorii germani H. Büdel și J. Wolf în ziua de 5 noiembrie 1931, cînd în centrul orașului temperatura era de 4°C, iar în afara lui, de — 3°C. Determinările efectuate de cercetătorul german A. Peppler la Karlsruhe în ziua de 23 iulie 1929 au arătat o diferență termică de 7°C față de împrejurimi pentru ora 21 și aproape nici o deosebire pentru orele amiezii. În ziua de 24 ianuarie 1942, temperatura minimă a aerului măsurată la stația București-Filaret a fost de — 30°C, pe cînd în exterior, la Herăstrău și Moara Domnească, ea a coborît pînă la — 33,5°C și respectiv —33,1°C.

Orașul se mai deosebește de localitățile rurale învecinate și prin acțiunea sa de atenuare și întîrziere a temperaturilor extreme. Această acțiune se referă mai ales la temperaturile minime zilnice care rămîn întotdeauna mai ridicate decît în afara orașului și se produc ceva mai tîrziu. Temperaturile maxime diurne sînt asemănătoare celor din împrejurimi, primăvara, toamna și adeseori vara fiind chiar mai

coborîte. Rezultă aşadar o amplitudine termică diurnă mai redusă în oraş decît în afara lui.

Prin atenuarea şi întîrzierea valorilor extreme de temperatură, topoclima urbană se aseamănă foarte mult cu topoclima pădurii. Dar spre deosebire de oraş, temperatura medie în pădure este mai mică decît în cîmpul deschis.

Existenţa unui regim săptămînal al temperaturii aerului în oraş atrage după sine şi existenţa unui regim corespunzător al diferenţelor termice. Aceasta se datorează, aşa cum s-a mai arătat, ritmului activităţii economice urbane, caracterizat prin cicluri săptămînale.

Din studiul regimului săptămînal al temperaturii — efectuat de către cercetătorul american E. Kraus, la New York — rezultă că, duminica temperatura a fost cu 1,4°C mai mică decît media celorlalte zile ale săptămînii. De asemenea, F. Disterdick constată că temperaturile minime în oraş au, sîmbăta, duminica şi luneа valori mai reduse decît în celelalte zile ale săptămînii.

Cercetările privind regimul săptămînal al temperaturii urbane şi diferenţelor faţă de împrejurimi sînt deocamdată insuficiente şi cu caracter sporadic. Concluzii certe, cu valabilitate oarecum generală se vor putea trage abia cînd numărul analizelor, bazate pe şiruri lungi de valori, va fi îndeajuns de mare pentru a elimina posibilitatea erorilor de fond.

Regimul anual al diferenţelor de temperatură dintre oraş şi împrejurimi prezintă diferenţieri substanţiale de la o regiune la alta.

În primul studiu de climă urbană, publicat de L. Howard în 1833, se arată că, la Londra, maximul anual al diferenţelor termice faţă de împrejurimi se produce în semestrul rece, iar minimul, în semestrul

cald. El explică diferenţele şi regimul lor anual prin următoarele cauze :

— încălzirea artificială mult mai puternică în oraş ;
— radiaţia încrucişată a clădirilor oraşului, comparativ cu radiaţia liberă a terenurilor în localităţile rurale ;
— inaccesibilitatea vînturilor slabe în oraş şi accesibilitatea lor în localităţile rurale ;
— lipsa de umezeală a oraşului, în care precipitaţiile se scurg şi se evaporă rapid, şi abundenţa ei în localităţile rurale.

În 1962, H. Landsberg a publicat rezultatele obţinute în urma a 33 de expediţii cu măsurători în oraşul englez Sheffield şi împrejurimile acestuia (v. tabelul 8).

Tabelul 8

Diferenţele de temperatură (în °C) dintre oraşul Sheffield şi împrejurimile sale, în diferite anotimpuri şi momente ale zilei

Locul	Vara		Toamna		Iarna	
	Ziua	Noaptea	Ziua	Noaptea	Ziua	Noaptea
Centrul oraşului	21,2	12,9	17,2	12,1	0,3	— 2,9
Împrejurimi	18,3	5,9	15,1	5,8	— 5,1	—10,9
Diferenţa :	2,9	7,0	2,1	6,3	5,4	8,0

Datele obţinute în ultimele două-trei decenii ale secolului nostru, în Europa continentală, indică regimuri anuale ale diferenţelor termice dintre oraş şi împrejurimi deosebite atît faţă de cel al Londrei, cît şi între ele.

Astfel, la Lyon, diferenţele maxime se produc în semestrul cald, iar cele minime în semestrul rece,

adică invers decît la Londra. La München se constată un maxim al diferențelor la sfîrșitul verii și începutul toamnei (august-octombrie) și un minim la sfîrșitul primăverii și începutul verii (aprilie-iunie).

O situație de asemenea deosebită de a tuturor celorlalte orașe prezentate apare la Viena, unde aproape că nu se observă schimbări ale diferențelor termice în tot cursul anului.

Datele contradictorii referitoare la mersul anual al diferențelor termice sînt determinate fie de condițiile climatice specifice diverselor regiuni, fie de metodica efectuării observațiilor. Cele mai multe dintre curbele regimului anual al diferențelor termice dintre oraș și împrejurimi au arătat însă dependența strînsă față de nebulozitate, vînt și precipitații.

Iarna această dependență este greu sesizabilă, deoarece nebulozitatea și viteza vîntului ating valori mari în mai toate regiunile. Cu toate acestea, la multe stații din zonele cu iarnă rece diferențele maxime de temperatură se constată tocmai în această perioadă, ceea ce duce în chip logic la concluzia că încălzirea artificială joacă un rol esențial în apariția lor.

Rolul moderator al orașului se manifestă și în regimul anual al temperaturii, prin atenuarea extremelor.

Temperaturile minime absolute în oraș sînt întotdeauna mai ridicate decît cele din împrejurimi, astfel că, analizate sub acest raport, diferențele termice se evidențiază cu și mai multă pregnanță.

3.2. Dependența diferențelor de temperatură dintre oraș și împrejurimi de dimensiunile, forma și poziția orașului

Mărimea diferenței termice dintre oraș și împrejurimi se află în raport direct proporțional cu dimen-

siunile orașului. Există desigur și situații în care orașe de dimensiuni diferite prezintă deosebiri de temperatură asemănătoare, dar acest lucru este condiționat de intervenția unor factori climatici locali, cum ar fi de pildă vîntul sau nebulozitatea.

Astfel, diferența termică dintre Berlin și împrejurimile sale este aproape egală cu cea constatată între München și împrejurimile sale, cu toate că primul este aproape de trei ori mai mare decît al doilea. Egalitatea diferențelor se datorează faptului că viteza medie a vîntului la Berlin (4,5 m/s) este de 2,5 ori mai mare decît la München (1,8 m/s).

Totuși, cea mai mare diferență medie anuală cunoscută revine celui mai mare și mai dens construit dintre orașele lumii : New York (1,83°C).

Măsurătorile făcute de cercetătorii americani F. S. Duckworth și J. S. Sandberg în orașele californiene San Francisco, San-José și Palo Alto au arătat diferențe maxime în cel mai mare dintre orașele menționate (San Francisco) și minime în cel mai mic (Palo Alto).

În general, orașul mare are o influență hotărîtoare în formarea propriei sale topoclime. Cu cît dimensiunile lui sînt mai mari, cu atît diferențele termice față de împrejurimi sînt mai importante și cu atît topoclima sa are un caracter mai stabil.

Direct proporțională cu dimensiunile este, de asemenea, și inerția orașului față de schimbările vremii, valul de aer rece avînd nevoie de mai mult timp pentru a ajunge în centrul unui oraș mare.

Mărimea diferențelor termice este influențată și de forma orașului. În general, orașele cu formă circulară (Londra, București, München etc.) favorizează creșterea diferențelor de temperatură, în timp ce orașele cu forma alungită (Bremen, Karlsruhe, Volgograd etc.) duc la descreșterea lor.

Totuși, în cazul orașelor cu forma alungită intervine un alt factor de influență care le diferențiază între ele. Acest factor este vîntul dominant. Astfel, cînd vîntul dominant bate de-a lungul axei mari a orașului, diferențele termice față de împrejurimi se măresc. Dacă, dimpotrivă, vîntul dominant bate perpendicular pe axa longitudinală a orașului, diferențele se micșorează. Cercetătorul american G. W. Mindling apreciază că orașul New York are o astfel de poziție.

La rîndul ei, poziția orașului prezintă o importanță deosebită pentru creșterea sau descreșterea diferențelor de temperatură. Astfel, un oraș așezat pe o înălțime bine aerisită, cu vînturi permanente, va înregistra diferențe termice mult mai mici decît un altul, de dimensiuni asemănătoare, dar construit într-o depresiune sau vale bine închisă, unde noaptea și iarna se produc frecvent inversiuni termice stabile și persistente.

3.3. **Cauzele superiorității termice a orașului**

Toate aspectele prezentate anterior cu privire la diferențele de temperatură dintre oraș și împrejurimi, indică superioritatea termică a orașului.

Cea mai importantă dintre cauzele acestei superiorități o constituie pînza de pîclă și ceață, proprie orașului, cu toate că ziua ea slăbește radiația solară directă, deci cantitatea de căldură primită de la Soare. În timpul nopții însă, particulele din care este formată calota de pîclă și ceață exercită o puternică absorbție a radiațiilor calorice emise de suprafața activă, încălzindu-se și emițînd la rîndul lor radiații infraroșii în toate direcțiile. În felul acesta radiația atmosferei (sau contraradiația atmosferei —

cum mai este numită) atinge valori foarte mari, din care cauză radiația efectivă a suprafeței active subiacente este puternic diminuată.

O altă cauză a superiorității termice urbane constă în materialul de construcție din care sînt realizate edificiile, drumurile etc. În general aceste materiale de construcție (tabla, țigla, cărămida, piatra, betonul, asfaltul etc.) au căldură specifică mică, dar conductibilitatea lor calorică este foarte mare, astfel încît căldura se transmite adînc în interior. Se înmagazinează, deci, o cantitate mare de căldură, pentru emiterea căreia este nevoie de un interval îndelungat de timp. Tocmai de aceea, în orele de seară, orașul rămîne mai cald decît cîmpul liber din împrejurimi, care, datorită conductibilității calorice reduse a solului poros, se încălzește puternic ziua, numai la suprafață, răcindu-se rapid seara.

Profilul extrem de neregulat al orașului, dat de alternarea constantă a clădirilor cu străzile, contribuie într-o bună măsură la crearea superiorității termice urbane. Creșterea suprafeței de contact cu aerul și existența a două categorii de suprafețe active plane (acoperișurile și străzile) favorizează o mai bună absorbție a căldurii.

În schimb, noaptea, pierderea căldurii emise de suprafața străzilor este diminuată de clădirile înalte, care absorb o parte din această căldură, emițînd la rîndul lor radiații infraroșii în toate direcțiile, deci și către suprafața activă inferioară, a străzilor. Datorită acestor radiații încrucișate temperatura aerului urban rămîne mai ridicată decît cea din afara orașului, pînă tîrziu, dimineața. Dimpotrivă, după răsăritul Soarelui, pînă către amiază, orașul rămîne mai rece decît cîmpul, încălzirea lui fiind mai înceată din cauza profilului și a conductibilității calorice mari a materialelor din care este construit.

Superioritatea termică a orașului față de împrejurimi se datorează și marii lui uscăciuni. Materialul impermeabil sau foarte puțin permeabil care acoperă cea mai mare parte din suprafața orașului împiedică infiltrarea apei și determină scurgerea ei rapidă, pe căi dirijate, prin mijlocirea sistemelor de canalizare, proprii tuturor orașelor. Aceasta face ca o parte însemnată a căldurii primite de la Soare, care în cîmpurile învecinate se consumă pentru evaporarea apei, să servească în oraș pentru încălzirea stratului activ și a aerului de deasupra lui.

Ultima și cea mai controversată dintre cauzele superiorității termice a orașului o constituie încălzirea artificială. Într-un capitol anterior au fost date unele cifre privind aportul ei la bilanțul caloric al unor orașe europene. Pot fi adăugate numeroase alte date tinzînd să confirme realitatea contribuției încălzirii artificiale.

Cercetătorul englez G. S. Eaton, de pildă, apreciază că la Londra stratul de aer gros de 30 m își mărește artificial temperatura cu 1,4°, din care 1,2° se datorește căldurii emanate de industrie și 0,2° căldurii produse de concentrarea populației și alți factori.

Autorii care contestă importanța încălzirii artificiale pornesc de la ideea că dacă ea ar contribui într-adevăr la o încălzire substanțială a orașului, atunci cele mai mari diferențe termice față de împrejurimi ar trebui să se producă iarna, ceea ce în realitate nu se constată.

Deși este foarte probabil ca obiecțiunile acestora să fie întrucîtva justificate, este imposibil ca ele să aibă valabilitate generală. Pentru că influența încălzirii artificiale poate fi mai evidentă sau mai puțin evidentă în funcție de condițiile climatice generale ale regiunii în care se află orașul.

Astfel, în orașele apropiate de mare din Europa Centrală și Septentrională, care primesc iarna cantități însemnate de căldură datorită Golfstream-ului, rolul încălzirii artificiale este puternic estompat. Advecția căldurii, aceeași pentru oraș și împrejurimile lui, face ca iarna să se înregistreze la Berlin cele mai mici diferențe termice. Tot în acest anotimp, nebulozitatea și viteza vîntului sînt mari.

În schimb, orașele care iarna nu primesc aer cald din alte regiuni pun în evidență un maxim secundar al diferențelor termice față de împrejurimi, care nu poate fi explicat decît prin încălzirea artificială. La München și în numeroase orașe americane acest maxim secundar, de iarnă, apare, cu toate că nebulozitatea crește și viteza vîntului se intensifică. De unde rezultă că încălzirea artificială poate și trebuie considerată drept una dintre cauzele superiorității termice a orașului.

3.4. **Diferențele termice din cadrul orașului**

În subcapitolul referitor la diferențele de temperatură dintre oraș și împrejurimile sale, organismul urban a fost privit ca un ansamblu unitar cu o structură omogenă.

Rezultatele obținute în urma determinărilor expediționare, ca și cele obținute prin analiza datelor provenite de la stații meteorologice perechi, cu funcționare paralelă îndelungată, prezintă orașul ca pe o „insulă în marea rece a aerului care înconjoară locul".

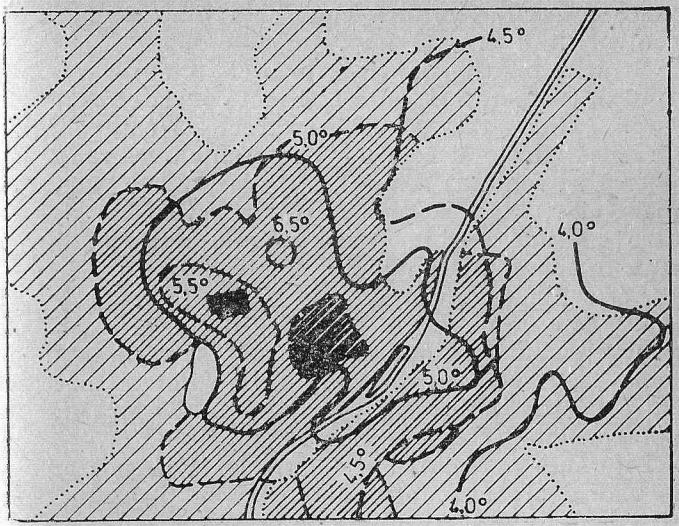
Dar, pe o treaptă de detaliere mai înaltă, orașul apare ca un conglomerat neomogen de suprafețe active cu caractere și structuri dintre cele mai diverse. Printre acestea se numără sectoarele centrale

cu clădiri compacte și înalte, complet asfaltate și lipsite în mare măsură de vegetație, cartierele industriale, cartierele rezidențiale, bulevardele largi, străzile înguste, piețele, intersecțiile intens circulate, scuarurile, parcurile, grădinile, lacurile, fîntînile arteziene etc. Materialul din care sînt făcute acoperișurile și zidurile, culoarea acestora, dimensiunile pavelelor, distanța dintre case, lărgimea străzilor toate prezintă importanță pentru apariția deosebirilor de temperatură din cadrul orașului.

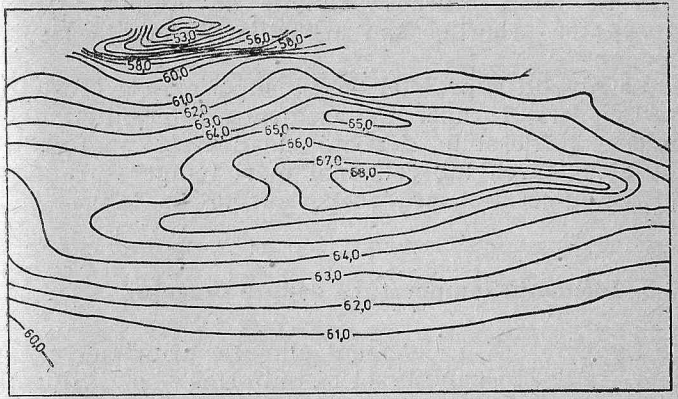
Măsurătorile efectuate timp de doi ani, într-o rețea de 10 stații instalate pe tot cuprinsul orașului Bonn, i-au permis cercetătorului german H. Emonds să evidențieze diferențe termice între partea centrală a orașului și periferii. El a constatat că media anuală a temperaturii este în centru cu 0,9°C mai mare decît în cartierele mărginașe și că valoarea diferenței se păstrează aproape neschimbată primăvara, vara și toamna, scăzînd cu 50% iarna. Totodată, curbele temperaturii au arătat o inerție termică mai mare a centrului, manifestată prin întîrzierea maximelor și minimelor diurne.

Harta cu izoterme construită de H. Büdel și J. Wolf, în urma expediției cu măsurători efectuate în ziua de 14 noiembrie 1931, la München, pe un timp cu nebulozitate compactă, care a asigurat aceleași condiții pentru determinări, arată că partea cea mai dens construită a orașului, înconjurată de izoterma de 5°C, este mai caldă decît zonele înconjurătoare, cu construcții mai mici și mai puțin dense (v. figura 8).

Același lucru se poate vedea și pe harta întocmită de F. S. Duckworth și J. S. Sandberg (v. figura 9) pentru San Francisco, în urma măsurătorilor din noaptea de 4 aprilie 1952, cînd s-a înregistrat cea mai



8. Cîmp termic înregistrat la München (după H. Büdel și J. Wolf).



9. Cîmp termic înregistrat la San Francisco (după F.S. Duckworth și J. S. Sandberg).

mare diferență termică cunoscută pînă acum între centrul unui oraș și împrejurimile sale : 11,0°C.

Străzile înguste pot avea în orele amiezii și după-amiezii temperaturi cu 5-6°C mai coborîte decît cele largi, expuse razelor solare directe. Noaptea între străzile înguste și cele largi diferențele se șterg, iar uneori își schimbă semnul, străzile înguste rămînînd mai calde, din cauza radiațiilor încrucișate despre care s-a mai vorbit. Amplitudinile termice diurne sînt, în consecință, mult diminuate.

Aerul din curțile umbroase înconjurate de blocuri înalte este cu circa 2°C mai rece decît cel al străzii. Scurgerea lui continuă către stradă se resimte fiziologic la trecerea prin dreptul curților respective. Între părțile umbrite și cele însorite ale străzilor se pot constata diferențe termice de 4-5°C.

Diferențe apreciabile, de pînă la 10°C, pot apărea în cadrul orașului între parcurile cu plantații dese și străzile învecinate luminate de soare.

Chiar și în interiorul parcurilor se produc deosebiri de temperatură în funcție de lățimea aleilor, densitatea arborilor sau arbuștilor, prezența lacurilor etc.

La nivelul suprafeței active superioare a orașului, pe acoperișuri apar de asemenea diferențieri termice considerabile, determinate de felul materialului și culoarea lui, cele mai mari temperaturi înregistrîndu-se deasupra acoperișurilor de tablă.

3.5. **Influența temperaturii asupra orașului**

Temperatura, ca element climatic principal, exercită — prin distribuția ei neuniformă — o influență deloc neglijabilă asupra construcțiilor urbane de tot felul.

Ziua, la amiază, pereții și acoperișurile se încălzesc puternic datorită bilanțului radiativ pozitiv, iar noaptea, cînd bilanțul radiațiilor devine negativ, se răcesc intens. Aceste variații termice diurne, cu amplitudini foarte mari, determină dilatări și contracții care dau naștere unor forțe considerabile.

În cazul încălzirii diferitelor suprafețe, între acestea și părțile lor interioare apare o scădere de temperatură neliniară. Acest fapt determină, în mod inevitabil, apariția în peretele sau planșeul de beton servind drept acoperiș a unor coeficienți de dilatare diferențiați care provoacă presiuni importante, apte să contribuie la degradarea mai rapidă a construcțiilor.

Solicitările diverselor construcții urbane din zonele de climă caldă și uscată sînt foarte mari din acest punct de vedere, întrucît diferențele termice provocate de distribuția temporală și spațială neuniformă a temperaturii sînt excepționale.

Astfel, amplitudinile anuale de temperatură pot depăși 100°C, ceea ce corespunde unei variații în lungime de 2 mm pentru fiecare metru liniar al unei plăci de beton.

În orele de la amiază, cînd diferențele termice în părțile interioare ale plăcilor de beton pot atinge 1°C la 1 cm distanță, forțele care iau naștere sînt deosebit de mari. Ele devin și mai mari în cazul plăcilor de beton armate cu oțel.

Diferențe termice apreciabile, ajungînd în zonele tropicale pînă la 25°C, pot apărea între suprafețele verticale însorite și cele umbrite ale unor construcții înalte.

Cele mai nefavorabile sînt forțele fizice care iau naștere în urma diferențelor termice mari (pînă la 60°C) care apar într-un interval de timp foarte scurt, asemenea unui șoc termic.

Temperatura influențează orașul, mai precis fundațiile construcțiilor acestuia, și prin adîncimea pînă la care pătrunde înghețul în sol. În condiții identice de temperatură și strat de zăpadă, înghețul pătrunde mai adînc într-un sol cu conductibilitate calorică mai bună. Apa din sol întîrzie la rîndul ei pătrunderea înghețului către adîncime. Aceasta se datorează faptului că prin înghețarea ei în stratul superior al solului se degajă o cantitate importantă de căldură (80 calorii pentru 1 gram de apă). Primăvara, cînd se produce dezghețul, fenomenul este invers, în sensul că temperatura solului foarte umed se menține la 0°C pînă la topirea întregii cantități de gheață. Explicația constă în consumul de căldură necesar topirii gheții.

Stratul de zăpadă, prin mica lui conductibilitate calorică împiedică pătrunderea înghețului în sol. În orașe, zăpada este rapid înlăturată de pe arterele de circulație, din piețe și numeroase alte locuri, ceea ce favorizează pătrunderea în adîncime a înghețului. Și cum asfaltul, betonul și celelalte materiale din care sînt construite în general drumurile au conductibilitate calorică mare și conținut redus de apă, rezultă că adîncimea pînă la care pătrunde înghețul pe aceste porțiuni este mult mai mare decît în cazul suprafețelor cu sol afînat, umed și acoperit cu zăpadă.

Se înțelege, deci, că datele privind adîncimea înghețului în sol, obținute pe platformele standard ale stațiilor meteorologice nu au nici o valoare în cazul străzilor pe care sînt instalate numeroase conducte. Desigur, conductele care acționează ca surse de căldură (de pildă, cele de termoficare) pot micșora adîncimea pînă la care pătrunde înghețul de-a lungul întregului lor traseu.

4. UMEZEALA AERULUI ȘI CEAȚA ÎN ORAȘ

Umezeala aerului și, în legătură cu ea, ceața urbană, prezintă o însemnătate de prim rang pentru caracterizarea topoclimatică a orașului. Prin activitatea sa economică, orașul exercită asupra umezelii aerului și ceții influențe aparent contradictorii, dar strict determinate fizic în realitate.

4.1. Umezeala aerului în oraș

Caracterul suprafeței active și temperatura mai ridicată a atmosferei urbane determină apariția unor diferențe de umezeală între aerul orașului și cel al împrejurimilor sale. Aceste diferențe se constată atît în privința tensiunii vaporilor de apă, cît și în privința umezelii relative (v. tabelul 9).

Tabelul 9

Diferențele medii anuale de umezeală între oraș și împrejurimi

orașul	tensiunea vaporilor (mm)	umezeala relativă (%)
Viena	— 0,2	— 4
Berlin	— 0,2	— 6
Triest	— 0,5	— 6
Köln	— 0,4	— 6
München	— 0,2	— 5

În regimul anual al diferențelor de umezeală, valorile minime, apropiate de zero, se remarcă iarna, iar cele maxime — vara, cînd pentru tensiunea vaporilor ele pot atinge 1 mm, iar pentru umezeala relativă, 10%. Datele oferite de cercetătorul german

P. A. Kratzer (v. tabelul 10) demonstrează această realitate.

În evoluția ei diurnă, tensiunea vaporilor înregistrează diferențe maxime la amiază și minime dimi-

Tabelul 10

Variația anuală a diferențelor de umezeală

orașul	perioada	tensiunea vaporilor (mm)	umezeală relativă (%)
Viena	ianuarie	+0,1	—1
	iunie	—0,4	—6
Berlin	ianuarie	+0,1	—2
	iunie	—0,8	—10
Köln	ianuarie	—0,2	—3
	iunie	—0,6	—6

neața și seara, dată fiind dependența ei strictă de temperatura aerului, cu care se află în raport direct proporțional (v. tabelul 11).

În schimb, diferențele de umezeală relativă sînt mici la amiază, cînd temperatura este maximă, și mari seara — cînd deosebirile termice dintre oraș

Tabelul 11

Regimul diurn al diferențelor de umezeală

Orașul	Diferențele					
	ora 7		ora 14		ora 21	
	tensiunea vaporilor (mm)	umezeala relativă (%)	tensiunea vaporilor (mm)	umezeala relativă (%)	tensiunea vaporilor (mm)	umezeala relativă (%)
Berlin	—0,10	5	—0,40	4	—0,20	8
München	—0,10	4	—0,35	4	—0,10	9

și împrejurimi sînt maxime (v. tabelul 11). Fenomenul se explică prin raportul invers proporțional existent între umezeala relativă și temperatură.

La amiază temperatura este ridicată și în oraș și în afara lui, deci diferențele de umezeală se atenuează sau dispar. Seara, cînd orașul rămîne considerabil mai cald, umezeala lui relativă scade substanțial față de cea a cîmpului rece învecinat. În serile zilelor calde de vară diferențele de tensiune a vaporilor pot atinge 2,1 mm, iar cele de umezeală relativă 30% față de mediile zilnice care se ridică la 1,2 mm și respectiv 12%. Edificatoare în acest sens sînt și datele publicate în 1962 de către H. Landsberg pentru orașul englez Sheffield și împrejurimile lui (v. tabelul 12).

Tabelul 12

Diferențele de umezeală relativă (%) dintre orașul Sheffield și împrejurimile sale în diferite anotimpuri și momente ale zilei

Locul determinării	Vara		Toamna		Iarna	
	ziua	noaptea	ziua	noaptea	ziua	noaptea
Centrul orașului	34	63	40	57	69	77
Împrejurimi	47	95	47	86	77	96
Diferența :	13	32	7	29	8	19

În zilele ploioase, ca și în cele senine și reci, tensiunea vaporilor din aerul urban este mai mare decît în împrejurimi, deoarece orașul, fiind mai cald, provoacă o evaporare mai intensă.

Valorile extreme ale umezelii relative sînt decalate în oraș față de localitățile rurale învecinate.

Astfel, maxima se produce în aerul localității rurale la ora 2, iar în aerul urban către ora 6. Această decalare în timp este provocată de răcirea mai înceată a clădirilor orașului, care au conductibilitate calorică mare.

Cauzele principale ale uscăciunii aerului urban constau în temperatura lui mai ridicată și mai ales în scurgerea rapidă a apelor provenite din precipitații, prin intermediul sistemelor de canalizare. S-a calculat că, în medie, la oraș doar o treime din precipitații se evaporă, restul scurgîndu-se. Stropirea sporadică și destul de izolată a străzilor nu reușește să compenseze această lipsă decît într-o foarte mică măsură.

Ca și în cazul diferențelor de temperatură, pentru apariția și menținerea diferențelor de umezeală între oraș și împrejurimi sînt necesare anumite condiții sinoptice. Ele ating valori maxime pe timp senin și calm.

4.2. Ceața urbană

Dat fiind caracterul ei profund dăunător pentru viața și activitatea oamenilor, ceața urbană a fost îndelung și atent cercetată în numeroase orașe ale lumii.

Cercetările au arătat că orașul exercită o influență considerabilă în ceea ce privește creșterea frecvenței, densității și stabilității ceții, lucru care poate să pară neverosimil dacă se are în vedere că ea este un fenomen hidrometeorologic legat de temperaturi mai coborîte și umezeli în general ridicate. Pentru că, așa cum s-a arătat în subcapitolul precedent, orașul provoacă creșterea temperaturii și scăderea umezelii aerului, mai ales în nopțile senine și calme cînd formarea ceții este deosebit de frecventă.

Această dublă influență care se opune producerii ceții este compensată și supracompensată de numărul excepțional de mare al nucleelor de condensare din aerul orașului. O bună parte din aceste nuclee sînt foarte active datorită marii lor higroscopicități. Se remarcă în special nucleele de acid sulfuric (H_2SO_4) și acid sulfuros (H_2SO_3), formate prin reacția trioxidului de sulf (SO_3) și bioxidului de sulf (SO_2) cu vaporii de apă.

Înalta higroscopicitate a nucleelor de condensare și a picăturilor germen cu caracter de soluții acide ori saline face ca tensiunea de saturație la nivelul suprafeței acestora să coboare, într-o măsură mai mare sau mai mică, aflată în raport direct proporțional cu concentrația soluțiilor, astfel încît condensarea vaporilor de apă se poate produce chiar dacă punctul de rouă nu a fost atins și umezeala relativă este mai mică de 100%.

Cînd picăturile astfel formate devin vizibile, apare ceața — fenomenul cel mai nefast al topoclimei urbane.

Evident, dintre cei doi factori principali care concură la formarea ceții (umezeala aerului și nucleele de condensare) numai cel de-al doilea depinde de oraș. S-a văzut însă cît de important este acesta, de vreme ce picăturile se pot naște la valori ale umezelii relative mai coborîte chiar de 90%.

Cînd orașul este așezat într-o regiune naturală caracterizată prin umezeală accentuată — cum este cazul Londrei, Hamburgului, Bremenului — atunci frecvența, intensitatea și persistența ceților urbane ating valori record.

După cercetătorul german J. Aitken, tocmai marea higroscopicitate a nucleelor de condensare din aerul orașului, spre deosebire de cea a nucleelor din aerul

împrejurimilor, conferă ceții urbane rezistența la difuziune și, implicit, marea ei stabilitate.

În același sens mai acționează însă și faptul că nucleele de condensare din atmosfera urbană, mai mari și mai grele decît cele din atmosfera rurală, au o mare capacitate de emisie (mai ales particulele de funingine), fapt care determină atît răcirea lor cît și a aerului care le înconjoară. Se accentuează astfel tendința de descendență și deci de stabilitate a aerului urban.

Vînturile care ar putea împrăștia ceața urbană sînt și ele considerabil slăbite prin acțiunea de frecare dintre masele de aer în mișcare și clădirile orașului.

Toți acești factori care măresc stabilitatea ceții sînt subordonați factorului esențial reprezentat prin situațiile de timp anticiclonice. Dimpotrivă, în situațiile ciclonice caracterizate printr-o instabilitate termică accentuată, calota de pîclă și ceață nu se poate forma, ori este împrăștiată rapid.

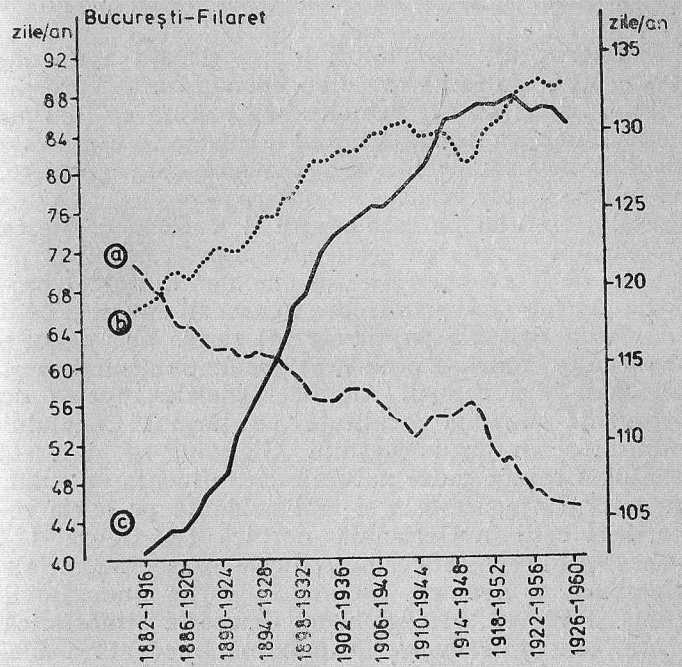
Influența hotărîtoare pe care orașul o exercită asupra formării ceții poate fi evidențiată în diverse chipuri. Cercetătorul englez J. Browdi se numără printre primii care au făcut-o, descoperind creșterea numărului de zile cu ceață la Londra (între 1871 și 1890), paralel cu creșterea orașului (v. tabelul 13).

Tabelul 13

Creșterea numărului de zile cu ceață la Londra

intervalul	1871-1875	1876-1880	1881-1885	1886-1890
Nr. mediul anual al zilelor cu ceață	50,8	58,4	62,2	74,2
Nr. loc.	2,8 mil. (1871)	3,8 mil. (1881)	4,1 mil. (1886)	4,8 mil. (1890)

Date asemănătoare au oferit O. Behre și G. Helmann pentru Berlin, A. Rethly pentru Budapesta, Ch. Maurain pentru Paris, B. Hrudička pentru Praga, O. Berbecel și O. Neacșa pentru București. Aceștia din urmă au stabilit că din 1882 pînă în 1960 numărul zilelor cu ceață înregistrate în capitala României s-a dublat, creșterea făcîndu-se după o curbă mereu ascendentă (v. figura 10).



10. Curbele mediilor alunecătoare pe intervale de cîte 35 de ani la București : a) zile senine ; b) zile cu cer acoperit ; c) zile cu ceață (după O. Neacșa).

Un alt mod de evidențiere a influenței orașului asupra creșterii numărului de zile cu ceață îl constituie compararea directă a datelor obținute în stațiile urbane și la cele din împrejurimi. În acest sens, rezultatele la care a ajuns Ch. Maurain, după opt ani de observații asupra ceții la Paris și împrejurimi, sînt deosebit de concludente. Ele arată că numărul mediu anual al zilelor cu ceață este, în partea centrală a marelui oraș (57,4), cu 16,3 mai mare decît la periferii (41,1) și cu 44,8 decît în împrejurimi (12,6).

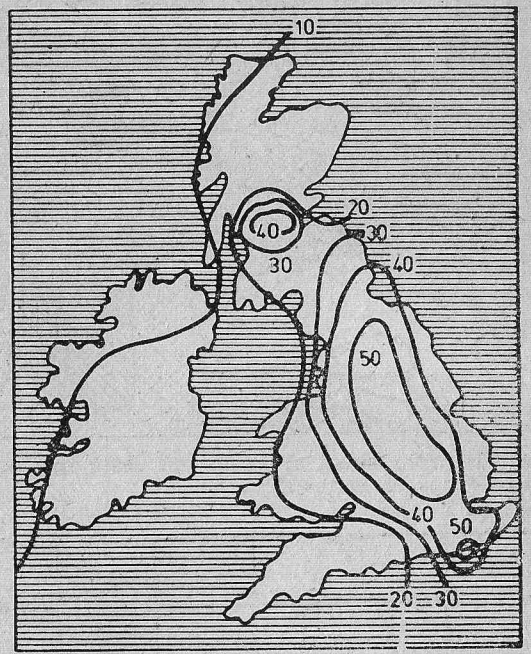
Numeroși alți cercetători indică situații asemănătoare pentru diferite orașe europene. Astfel, cercetătorul german G. W. Schleichowski arată că în timp ce la Hamburg numărul anual al zilelor cu ceață este de 126, pe insulele Silt și Helgoland, din apropiere, el se ridică abia la 40.

Rolul esențial pe care orașul îl joacă în creșterea numărului de zile cu ceață este ușor sesizabil și pe hărțile de frecvență a acestui fenomen hidrometeorologic. Astfel, din harta frecvenței medii anuale a ceții în Marea Britanie (v. figura 11) reiese clar că cele mai multe cețuri se produc în zonele puternic industrializate din centrul Angliei. Celelalte nuclee de frecvență maximă localizate pe țărmul Canalului Mînecii și în jurul orașului Glasgow se datoresc conjugării unor cauze naturale cu influența orașului. Această conjugare este și mai evidentă pe harta repartiției ceții în Germania nordică (v. figura 12). Aici se poate constata că puternicele orașe industriale Hamburg și Bremen, așezate la gurile unor fluvii (Elba și Weser), în regiuni cu umezeală atmosferică mare, constituie nuclee de maximă frecvență a zilelor cu ceață.

Faptul că între harta repartiției ceții și harta impurificării aerului deasupra Marii Britanii există o coin-

cidență aproape totală, reprezintă încă o dovadă a influenței majore pe care activitatea economică din orașele și zonele industriale ale țării o exercită asupra formării ceții.

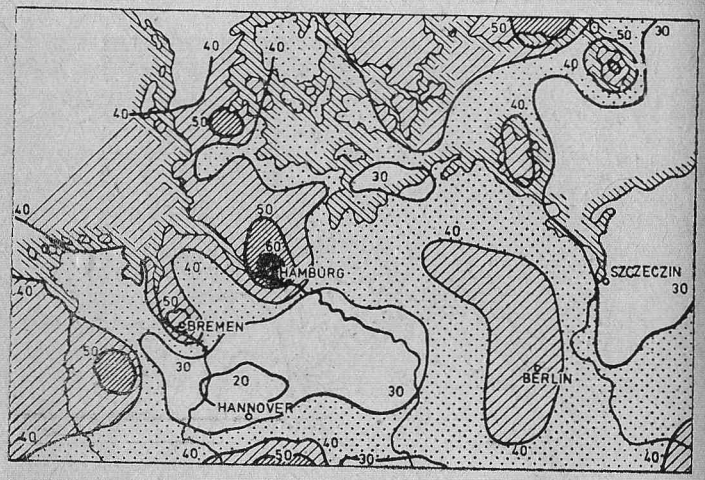
Datorită condițiilor necesare formării ei, ceața urbană apare mai frecvent în orele dimineții cînd



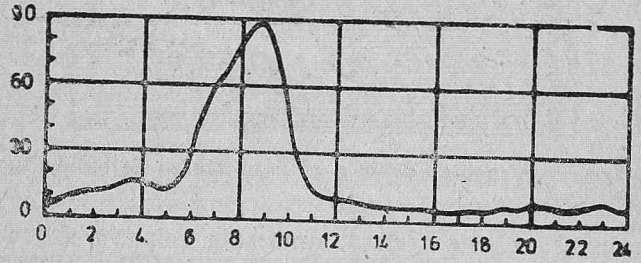
11. Frecvența medie anuală a ceții în Marea Britanie (după N. Pye).

temperatura este redusă, umezeala relativă ridicată și concentrația impurităților maximă. Către amiază, cînd temperatura crește și apar mișcările ascen-

dente, ceața este disipată. După P. A. Kratzer, deosebirea dintre oraș și împrejurimi în regimul diurn al ceții se referă tocmai la faptul că ceața urbană se formează cu precădere dimineața, între orele 6 și 10, iar cea din împrejurimi, mai ales noaptea.



12. Numărul mediu anual al zilelor cu ceață în Germania nordică (după H. Seilkopf).



13. Regimul diurn al ceții la Lincoln, Nebraska (după H. C. Carter).

Determinările efectuate la Lincoln (capitala statului Nebraska — S.U.A.) de către H.C. Carter, au arătat că intervalului dintre 6 și 10 îi revin 65% din numărul total al orelor cu ceață (v. figura 13).

Existența regimului săptămînal al concentrației nucleelor de condensare în aerul urban atrage după sine și apariția unui regim săptămînal al ceții.

Aceasta rezultă și din analiza datelor, mai noi și mai complete, publicate de către H. Landsberg în 1962 (v. tabelul 14).

Tabelul 14

Variația săptămînală a numărului total de zile cu ceață, fum și bioxid de sulf la Sheffield (Anglia) între 1942-1961

Ziua	luni	marți	miercuri	joi	vineri	sîmbătă	duminică
Zile cu ceață	127	141	136	140	129	115	97
Zile cu fum	493	502	490	521	527	498	476
Zile cu SO_2	480	473	486	491	561	457	437

Mersul anual al ceții depinde, ca și cel diurn, de evoluția temperaturii, umezelii și impurificării aerului urban. În lucrarea sa privind clima orașului Praga, B. Hrudička analizează mersul anual al ceții, constatînd că aceasta este mult mai frecventă în semestrul rece decît în cel cald.

În legătură cu maximul de iarnă al numărului de zile cu ceață se produce și maximul diferențelor dintre oraș și împrejurimi.

Deși răcirile radiative din nopțile senine și calme de toamnă, iarnă și primăvară sînt mult mai frec-

vente și mai intense în afara orașului, numărul zilelor cu ceață este totuși mai mic decît în interiorul lui. Cauza este — așa cum s-a arătat — marea concentrație a nucleelor de condensare din atmosfera urbană.

Din datele publicate în 1972 de cercetătorul american W. Bach, frecvența medie a ceții în orașe este mai mare decît în împrejurimi cu 30% vara și cu 100% iarna.

Ceața urbană este fenomenul hidrometeorologic cel mai dăunător pentru viața și activitatea cetățenilor. Pentru o mai bună înțelegere a efectelor dăunătoare provocate de ceața urbană este necesară o delimitare. Adesea, pe timp senin și calm, cu umezeală foarte redusă, deasupra orașului stagnează o calotă imensă de impurități solide aflate în suspensie. Acestea dau atmosferei urbane o culoare gălbuie sau chiar maronie, micșorînd vizibilitatea orizontală, uneori chiar sub un kilometru. În astfel de situații nu se poate vorbi de ceață. Deosebit de aceasta prin uscăciunea aerului și a particulelor aflate în suspensie, precum și prin culoarea pe care o imprimă atmosferei urbane, fenomenul este cunoscut sub numele de p î c l ă.

Pîcla favorizează însă extrem de mult producerea ceții. De regulă, ceața urbană este un amestec de picături de apă (sau cristale de gheață) cu particule solide de diferite dimensiuni și diverse gaze de impurificare. Tocmai de aceea englezii au denumit-o generic „smog" — rezultat din combinarea cuvintelor *smoke* (= fum) și *fog* (= ceață).

După datele lui N. Shaw și J. S. Owens, la Londra smogul absorbea iarna 50% din lumina solară, iar vara circa 17%, favorizînd creșterea concentrației diferitelor substanțe de impurificare. În astfel de situații, conținutul în CO_2 al atmosferei urbane

putea crește de la 0,04 la 0,14%, concentrațiile altor gaze și mai nocive depășind cu mult limitele admisibile maxime.

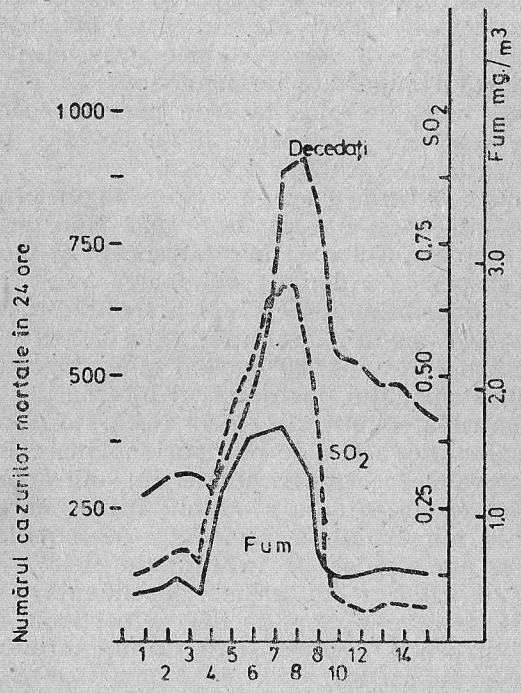
În repetate rînduri amploarea fenomenului a devenit catastrofală, înregistrîndu-se consecințe de un tragism deosebit. Perioada dintre 24 ianuarie și 14 februarie 1899 s-a remarcat prin gravitatea efectelor smogului suportate de londonezi. Ea s-a soldat cu 2 994 morți în plus față de perioada corespunzătoare din anii precedenți și cu de zece ori mai multe cazuri de invaliditate fizică.

Urmări și mai grave a avut smogul produs la Londra între 4 și 9 decembrie 1952 cînd, în condiții de timp anticiclonic, densitatea ceții și particulelor în suspensie a depășit cu foarte mult limitele maxim admisibile. Astfel, SO_2 a trecut brusc de la 0,07 la 1,34 mg/m^3, iar impuritățile solide au atins 4,46 mg/m^3. Peste 4 000 oameni și-au pierdut viața din cauza smogului, iar numărul internărilor în spitale pentru afecțiuni ale căilor respiratorii și sistemului circulator a fost de patru ori mai mare decît media intervalelor corespunzătoare din anii anteriori.

Scăderea accentuată a vizibilității a determinat creșterea numărului de accidente de circulație și, implicit, a cazurilor de invaliditate fizică. Studiile întocmite ulterior au arătat dependența cazurilor mortale de concentrația de SO_2 și particule de fum a aerului urban, precum și de durata influenței lor nocive (v. figura 14).

Marea Britanie cunoaște efectele smogului și în alte orașe. Dar ea nu este singura țară care are de suferit din cauza lui. În Belgia, un astfel de fenomen produs la Liège, pe valea Meusei, între 1 și 5 decembrie 1930, a provocat o mortalitate de zece ori mai mare decît cea obișnuită, mai ales prin afecțiuni cardiovasculare și respiratorii.

Nici Statele Unite nu sînt străine de efectele dăunătoare ale ceţii urbane. „Accidentul" petrecut în octombrie 1948 la Donora (Pennsylvania) a devenit clasic. Cu acel prilej 42% din cei 12 000 locuitori ai



14. Impurificarea aerului şi numărul zilnic al deceselor, de la 1 la 14 decembrie 1952 la Londra (după E.T. Wilkins).

oraşului au avut de suferit de pe urma unor tulburări cardiace şi respiratorii (10,5% cazuri grave).

Lupta împotriva ceţii urbane presupune mai întîi de toate o cunoaştere profundă a fenomenului.

Pentru aceasta în Marea Britanie au fost înfiinţate trei societăţi ştiinţifice avînd drept obiect de studiu ceaţa urbană. Ele sînt : „Air-Analysis-Committee", „Manchester Field Naturalist Society" şi „National Smoke Abatement Society".

A lupta cu ceaţa urbană înseamnă, în primul rînd, a reduce la minimum emisia de impurităţi în aerul oraşului. Încă de multă vreme, J. Browdi a stabilit că numărul zilelor cu ceaţă la Londra a scăzut pe măsura eliminării cărbunilor din tot mai multe unităţi industriale şi locuinţe.

Direcţiile principale pe care trebuie să se axeze acţiunile conjugate ale diverselor ţări pentru combaterea impurificării atmosferei, deci şi pentru combaterea ceţii urbane, au fost prezentate deja în primul capitol al lucrării.

5. NEBULOZITATEA ŞI PRECIPITAŢIILE ÎN ORAŞ

În funcţie de caracterul mişcărilor aerului, influenţa oraşului se poate exercita pe distanţe mai mari sau mai mici, atît în plan orizontal cît şi în plan vertical. Principalele aspecte legate de amploarea influenţei urbane în plan orizontal au fost prezentate în subcapitolul referitor la impurificarea aerului din oraşe.

Influenţa pe verticală, deşi permanentă, nu este constantă nici sub raportul intensităţii nici sub cel al dimensiunii.

În condiţii asemănătoare de timp, intensitatea şi înălţimea pînă la care se resimt influenţele fizice şi chimice ale oraşului depind de structura şi de caracterul activităţii economice urbane. Cu cît clădi-

rile orașului vor fi mai compacte și mai înalte și cu cît activitatea industrială și circulația automobilistică vor fi mai intense, cu atît influența va fi mai puternică și se va resimți mai sus.

Pentru același oraș, înălțimea influenței variază în funcție de condițiile sinoptice existente la un moment dat și de caracterul maselor de aer care îl acoperă.

În situații de timp anticiclonice, caracterizate prin descendența aerului, înălțimea influenței este minimă, reducîndu-se la cîteva zeci sau sute de metri. Dimpotrivă, în situații de timp ciclonice, caracterizate prin mișcări ascendente intense, influența se extinde pînă la înălțimi de 600 m, iar în cazuri excepționale, chiar pînă la 2 000 m. Geograful Ion Gugiuman citează grindina din 4 august 1950, în timpul căreia, pentru un scurt interval, influența orașului Iași a atins înălțimea de 6 000 m. Asemenea situații sînt însă extrem de rare.

Prin crearea în perimetrul orașului a unei mase de aer staționar, care îl acoperă ca o cupolă uriașă, se ivește necesitatea ca masele de aer aflate în mișcare de-a lungul suprafeței terestre să o escaladeze. În felul acesta, înălțimea influenței va fi direct proporțională cu cea a cupolei de aer staționară.

Toate valorile prezentate anterior cu privire la înălțimea pînă la care se resimte pe verticală influența orașului se referă la regiuni din zona temperată a emisferei nordice (mai ales Europa). Influența constă în modificarea cantitativă și uneori calitativă a principalelor elemente meteorologice : temperatura, presiunea, umezeala, nebulozitatea, precipitațiile etc.

Din cele arătate mai sus se poate conchide ușor că înălțimea influenței orașului va fi mai mare ziua și vara și mai mică noaptea și iarna.

5.1. Nebulozitatea în oraș

Dacă influența orașului se extinde pe verticală pînă la altitudini considerabile și dacă ea determină — așa cum s-a văzut — creșterea impresionantă a numărului de zile cu ceață, se poate presupune că și formarea norilor suferă într-o măsură mai mare sau mai mică această influență. În mod normal ea trebuie să se manifeste prin creșterea nebulozității deasupra orașului. Dealtfel, acest lucru a și fost observat de către diferiți cercetători. P. A. Kratzer, de pildă, a constatat la München că numărul anual de zile cu cer acoperit este mai mare în oraș (166) decît în împrejurimile lui (156). În schimb, numărul zilelor senine este mai mic în München (34) și mai mare în împrejurimi (43). H. Berg a evidențiat la rîndul său existența unor situații asemănătoare la Hanover și Köln.

Influența orașului asupra nebulozității este sesizabilă și în creșterea numărului de zile noroase și scăderea numărului de zile senine concomitent cu dezvoltarea tot mai mare a activității economice urbane.

Astfel, Silvia Patrichi și Maria Ivanov au constatat că, în ultimele trei decenii, nebulozitatea medie anuală la București a crescut de la 5,3 la 5,9 zecimi. Analiza mai detaliată a arătat că în intervalul menționat frecvența medie a timpului acoperit a crescut cu 20% (de la 112 la 135 zile anual), iar cea a timpului senin a scăzut cu 23% (de la 129 la 99 zile anual).

Realitatea acestei situații a fost confirmată și de analiza întreprinsă prin metoda mediilor glisante, pentru o perioadă mai lungă (78 ani), de către O. Berbecel și O. Neacșa (v. figura 10). Același lucru îl face H. Landsberg pentru Washington, unde în

perioada 1921 — 1950 numărul zilelor senine a fost cu 57 mai mic, iar cel al zilelor acoperite cu 36 mai mare decît în perioada 1821 — 1920.

Atît pentru București cît și pentru Washington autorii au explicat situația și printr-o schimbare climatică de mai mare amploare, dar și prin influența dezvoltării orașelor respective.

Constatări asemănătoare au fost făcute și pentru alte orașe, ca de exemplu Moscova, Viena, Stuttgart ș.a.

Trebuie menționat însă că nu în toate orașele determinările au pus în evidență o nebulozitate mai mare decît în împrejurimi. Numeroase au fost cazurile în care orașul s-a dovedit a fi mai însorit decît zonele din preajma lui. Un exemplu tipic în acest sens îl constituie orașul Nürnberg, în care diferența de nebulozitate față de împrejurimi este negativă, iar numărul de zile senine este mai mare.

În general, valorile cu care nebulozitatea este mai redusă în oraș decît în împrejurimi sînt mici și nu depășesc erorile posibile pentru metoda de observație care, din păcate nu este instrumentală și, deci, include un grad oarecare de subiectivism. Determinările instrumentale (efectuate cu heliograful) asupra duratei strălucirii Soarelui sînt însă concludente, ele indicînd scăderea duratei atît pentru cazurile cînd se ia orașul în comparație cu împrejurimile, cît și pentru cele cînd se urmărește evoluția ei în timp, paralel cu creșterea orașului. Or, astfel de concluzii converg spre ideea că nebulozitatea orașului este mai mare ca a împrejurimilor și că ea crește în timp, concomitent cu dezvoltarea acestuia.

În regimul anual al diferențelor de nebulozitate, pentru orașele din zone de climă continental-temperată maximul se produce vara, cînd norii de convecție termică sînt mai accentuați în atmosfera urbană, iar minimul iarna — cînd și deasupra orașului și a împrejurimilor se întind adesea nori stratiformi.

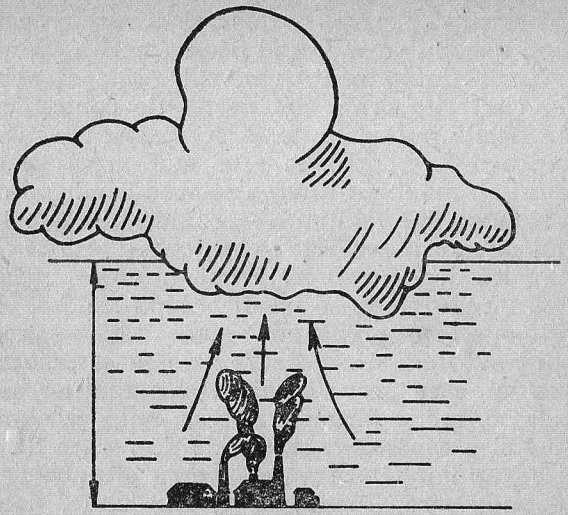
Datele obținute pentru mersul zilnic al nebulozității în diferite orașe sînt destul de contradictorii.

Din datele publicate de P. A. Kratzer rezultă că la München nebulozitatea este mai mare decît în împrejurimi, maximul diferenței producîndu-se dimineața și seara, iar minimul — la amiază. Dimpotrivă, la Köln nebulozitatea este — așa cum arată H. Berg — mai mică decît în împrejurimi, diferența negativă maximă înregistrîndu-se imediat după-amiază.

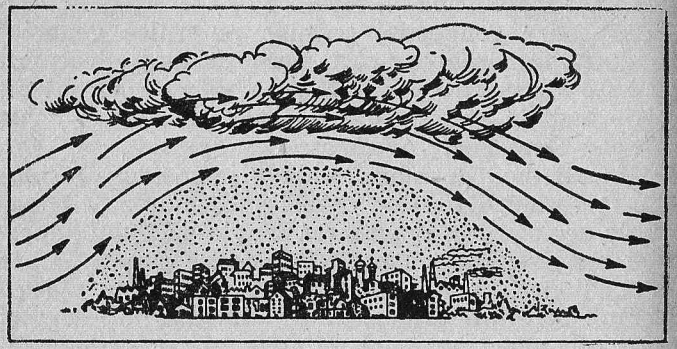
Influența orașului asupra nebulozității se produce pe mai multe căi. Una dintre acestea este supraîncălzirea lui, care provoacă apariția curenților ascendenți de convecție termică. Aceștia antrenează odată cu aerul și o cantitate apreciabilă de nuclee de condensare care vor favoriza producerea picăturilor germen. Condensarea începe la nivelul unde, datorită răcirii adiabatice, aerul aflat în mișcare ascendentă atinge temperatura punctului de rouă. Iau astfel naștere nori cumuliformi de convecție termică. Uneori aceștia pot fi generați sub acțiunea unui singur combinat metalurgic (v. figura 15).

Din cauza convecției termice puternice generată de supraîncălzirea orașului, norii formați deasupra lui au o dezvoltare verticală sensibil mai mare decît cei formați în același chip, deasupra localităților rurale sau cîmpurilor învecinate.

Un alt mod de manifestare a influenței orașului asupra formării norilor constă în frînarea volumelor de aer care, în deplasarea lor de-a lungul suprafeței terestre, sînt silite să escaladeze cupola lui de aer staționar. Această escaladare presupune răcirea aerului, conform gradientului adiabatic al aerului uscat sau umed nesaturat (1°/100 m), care fiind mai mare decît cel al aerului din regiunea înconjură-



15. Dezvoltarea norilor deasupra unui combinat metalurgic din Köln (după W. Spath).



16. Formarea norilor sub influența orașului.

toare, determină o coborîre a nivelului de condensare. Iau astfel naștere nori care nu pot apare deasupra cîmpului liber sau localităților rurale (v. figura 16). Este o influență asemănătoare cu cea exercitată de un deal sau o culme, ce constituie un obstacol în calea maselor de aer aflate în mișcare.

5.2. **Precipitațiile în oraș**

Din constatarea că, deasupra orașelor, nebulozitatea este mai accentuată decît deasupra cîmpului liber sau localităților rurale învecinate, decurge în chip logic concluzia că și precipitațiile trebuie să înregistreze valori cantitative mai mari.

Acest fapt a și fost demonstrat dealtfel prin mijlocirea măsurătorilor instrumentale, obiective, efectuate concomitent la stații perechi din diverse orașe și din împrejurimile lor (v. tabelul 15).

Tabelul 15

Diferența sumelor medii anuale de precipitații dintre oraș și împrejurimi

Stațiile	Suma medie anuală de precipitații (mm)		Diferența
	oraș	împrejurimi	
Köln	732	580	+152
Moscova	668	572	+ 96
Baku	213	143	+ 70
Budapesta	653	586	+ 67
București	580	555	+ 25

Influența pe care orașul o exercită asupra precipitațiilor rezultă și din creșterea cantitativă a acestora, pe măsura dezvoltării în timp a activității economice urbane. Comparația pe care o face cercetătorul suedez H. B. Hamberg între cantitățile medii anuale de precipitații înregistrate de-a lungul a

50 de ani la Stockholm și Uppsala este foarte convingătoare în acest sens. Ea pune în evidență faptul că la Stockholm precipitațiile au crescut neîncetat odată cu orașul, pe cînd la Uppsala nu s-a putut constata o tendință de creștere, ci numai oscilații interanuale obișnuite, în jurul unei valori care a rămas oarecum aceeași. Aceasta, din cauză că Uppsala și-a păstrat în continuare funcția sa universitară, fără a se dezvolta pe plan industrial.

Exemplele de creștere a cantității precipitațiilor paralel cu dezvoltarea orașelor pot fi multiplicate.

Sporirea cantităților de precipitații odată cu dezvoltarea orașului se produce atît prin creșterea numărului de zile cu precipitații ($P \geqslant 0{,}1$ mm), care uneori poate atinge 20% față de numărul inițial, cît și prin intensificarea acestora, ajungîndu-se la ploi torențiale, furtuni cu grindină etc.

Ca și în cazul nebulozității și al altor elemente meteorologice s-au înregistrat și la precipitații date contradictorii, neașteptate. La Triest, de exemplu, măsurătorile pluviometrice și pluviografice îndelungate nu au arătat o creștere a cantităților de precipitații paralel cu dezvoltarea orașului, ci numai un spor de zile cu precipitații, compensat de scăderea concomitentă a intensității lor maxime în 24 de ore.

În unele orașe cantitățile de precipitații sînt mai mici decît în împrejurimile lor. La Stuttgart, de exemplu, sumele medii anuale de precipitații (667 mm) sînt cu 74 mm mai mici decît la Eslingen (741 mm) — în împrejurimi. La Nürnberg cad anual cantități de precipitații cu 81,2 mm mai mici decît în împrejurimile sale, iar numărul zilelor cu precipitații este cu 10,4 mai mic. La Lyon, de asemenea, diferența este de 109 mm în defavoarea orașului.

Datele care indică precipitații mai slabe în oraș constituie totuși niște excepții, ce pot rezulta fie

din metodica inadecvată sau locul nereprezentativ unde s-au făcut măsurătorile (Eslingen, de exemplu, are o industrie dezvoltată și nu poate fi considerat ca stație rurală de comparație), fie din condițiile obiective de relief și circulație atmosferică ale regiunii respective.

Regimul anual al precipitațiilor în oraș este cel caracteristic regiunii sau zonei climatice în care se află. Influența lui se manifestă într-un spor absolut de apă căzută și apare în regimul anual al diferențelor. Legătura directă care există între concentrația nucleelor de condensare și cantitatea de precipitații face ca iarna, cînd numărul nucleelor din atmosfera orașului este maxim, diferențele de precipitații — comparativ cu împrejurimile — să fie maxime. În schimb, vara, diferențele sînt minime, iar uneori își schimbă semnul, devenind negative, fără însă a atinge valori prea mari.

Datele obținute la București, Helsinki și în numeroase alte orașe demonstrează convingător existența unui astfel de regim.

În funcție de condițiile climatice generale sau locale regimul anual menționat poate avea desigur și alte aspecte.

Cît privește regimul săptămînal al precipitațiilor și diferențelor, cercetările efectuate de J. R. Asworth la Rochdail (Anglia) au arătat existența unui minim duminica, și a unui maxim lunea. Acest regim se află într-o dependență strictă de cel al impurificării aerului de către industria puternic dezvoltată în oraș. Dimpotrivă, pentru Stoniherst, oraș cu o industrie slab dezvoltată, regimul săptămînal al precipitațiilor (și implicit al diferențelor) nu mai este tot atît de bine exprimat. La Rochdail precipitațiile sînt duminica cu 13% mai reduse decît media

zilnică a întregii săptămîni, iar la Stoniherst, numai cu 6%.

Regimul diurn al precipitaţiilor (şi diferenţelor) în zilele de lucru este deosebit de cel din zilele de sărbătoare, cînd nu se lucrează. Se constată că în intervalul orar 7 — 18 cantitatea de precipitaţii este mai mare pentru zilele de lucru.

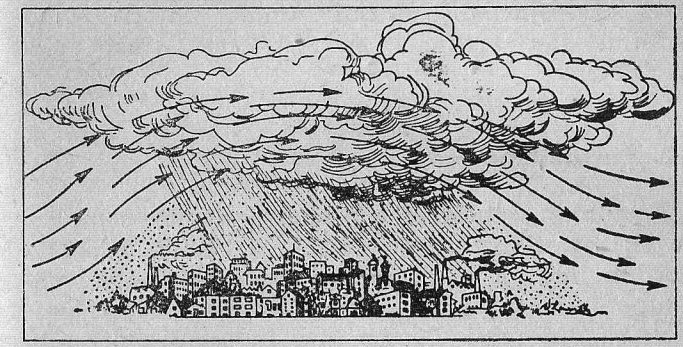
Aşadar, considerat ca un ansamblu unitar şi omogen, oraşul primeşte în medie anuală cantităţi de precipitaţii mai ridicate decît împrejurimile. Adeseori se produc precipitaţii al căror areal se limitează strict la perimetrul oraşului, ceea ce atestă cu certitudine influenţa acestuia. Ele apar, de regulă, pe timp calm, ca urmare a convecţiei termice, care în orele de după-amiază este mult mai intensă deasupra oraşului decît deasupra cîmpului învecinat.

Bineînţeles, mişcările aerului pot modifica într-o oarecare măsură şi repartiţia precipitaţiilor pe un spaţiu mai mult sau mai puţin întins din vecinătatea centrului urban. Astfel, oraşul La Porte, aşezat nu departe de Chicago, în direcţia către care bat vînturile dominante, primeşte o cantitate de precipitaţii cu 47% mai mare decît cea înregistrată într-o zonă egal depărtată de Chicago, dar în direcţia de unde bat vînturile dominante. S-a constatat de asemenea că există un raport de dependenţă direct proporţională între cantităţile de precipitaţii căzute în La Porte şi activitatea de producţie a Uzinelor metalurgice de la Gary (suburbie a oraşului Chicago).

Precipitaţiile atmosferice constituie elementul meteorologic cu cea mai mare variabilitate temporală şi spaţială, fapt pentru care repartiţia lor în chiar perimetrul oraşului este puternic diferenţiată. Cu atît mai mult cu cît factorii care concură la formarea şi căderea lor înregistrează în oraş o amplă diversitate.

Evident, nu pot fi stabilite legi cu valabilitate generală referitoare la repartiţia precipitaţiilor în perimetrul urban. Cercetări multiple şi îndelungate au arătat totuşi că deasupra cartierelor industriale cad cantităţi mai mari de precipitaţii, favorizate de concentraţia maximă a nucleelor de condensare.

Direcţia vînturilor dominante joacă de asemenea un rol important în repartiţia precipitaţiilor. Întîlnind cupola de aer staţionar de deasupra oraşului sau fluxul ascendent, care funcţionează ca o barieră în calea lor, masele de aer aflate în deplasare orizontală sînt silite să intre în ascensiune, să se răcească adiabatic şi să atingă astfel temperatura punctului de rouă, la care, în prezenţa cantităţilor apreciabile de nuclee, începe condensarea vaporilor de apă (v. figura 17).



17. Formarea precipitaţiilor sub influenţa oraşului.

Precipitaţiile născute astfel cad cel mai adesea în partea de „sub vînt" a oraşului — dovadă, exemplul menţionat mai sus privind localitatea La Porte. La München, Berlin, Budapesta şi în numeroase alte

orașe, cantitățile maxime de precipitații cad de asemenea în periferiile lor adăpostite de vînt. Excepțiile datorate unor condiții strict locale nu sînt însă excluse. În anumite orașe precipitațiile maxime cad chiar în partea expusă vîntului.

Întrucît evaporarea de pe suprafața orașului nu este prea mare, din cauza uscăciunii ei accentuate, contribuția principală de vapori de apă necesari creșterii precipitațiilor revine — așa cum s-a arătat — advecției generale.

Pe lîngă aceasta, vînturile urbane ce bat convergent, dinspre cîmpurile învecinate spre oraș, ca urmare a formării prin convecție termică ascendentă a unei micodepresiuni barice, aduc și ele un spor de umezeală.

Dar, cu toate că primește mai multe precipitații decît împrejurimile, orașul rămîne, datorită landșaftului său artificial specific, mult mai uscat decît ele.

5.3. **Furtunile în oraș**

Furtunile sînt fenomene meteorologice complexe ce se materializează în formarea relativ rapidă a norilor, însoțită de descărcări electrice, vînturi violente și foarte adesea de precipitații abundente. Acestea din urmă lipsesc însă în cazul „furtunilor uscate".

Supraîncălzirea orașului poate duce în anumite situații la intensificarea furtunilor. Unele determinări efectuate în diverse orașe tind să conducă spre astfel de concluzii. Și deoarece raza de acțiune sau, în orice caz, de sesizare a furtunii este de circa 25 km,

comparațiile dintre oraș și localitățile rurale învecinate vor da diferențe cu atît mai mari cu cît acestea din urmă se vor afla mai departe.

Precipitațiile care însoțesc de regulă furtunile se repartizează diferit pe suprafața orașului, mai ales față de direcția din care vin. P. A. Kratzer constată că la Dresda furtunile care vin dispre vest au o intensitate maximă în fața cartierelor din partea vestică a orașului și slăbesc către centru.

Observațiile efectuate de către G. Hellmann, într-o perioadă de șase ani, au dus la concluzia că în periferiile vestice ale orașului Berlin se produc mai multe furtuni decît în centru și periferiile estice.

După opinia cercetătorului german F. Werner, convecția neregulată din cadrul furtunilor se intensifică pe seama curenților ascendenți care există în permanență deasupra orașelor.

Dimpotrivă, cercetătorul german W. Belger a publicat un studiu referitor la influența de frînare a furtunilor exercitată de oraș. El a stabilit că, la trecerea unei furtuni legată de un front rece, viteza acesteia a scăzut de la 40 km/h, cît avusese deasupra Brandenburgului, la 30 km/h deasupra Berlinului.

Furtunile nu sînt însă numai frontale, ci și de natură termică locală. Asupra acestora din urmă rolul de intensificare se manifestă mai pregnant.

O dovadă concludentă a rolului major pe care îl joacă orașul în formarea furtunilor a adus-o și cercetătorul american O. L. Fassig, care, în studiul său referitor la clima orașului Baltimore, a stabilit sporirea numărului de furtuni pe măsura creșterii orașului (de la 12 la 37, în 28 de ani).

5.4. Zăpada în oraș

Ca și în cazul altor parametri meteorologici, datele privind numărul zilelor cu ninsoare la orașe și în împrejurimile acestora sînt contradictorii.

Judecînd după temperatura mai ridicată a orașului față de împrejurimi se poate conchide că numărul zilelor cu ninsoare va fi mai mic. Cele mai multe observații demonstrează însă contrariul. În lucrarea sa despre clima Nürnbergului, M. Sperk arată că în oraș se înregistrează 5 zile cu ninsoare mai mult decît în imediata apropiere a lui și 6-15 zile mai mult decît în zone ceva mai îndepărtate. La rîndul său, cercetătorul finlandez J. M. Angervo stabilește pentru Helsinki existența a 76,7 zile cu ninsoare pe an, în timp ce la Tammisto — localitate aflată ceva mai la nord — doar 60,3 zile. La concluzii asemănătoare au ajuns și cercetătorii J. Kienle pentru Mannheim și F. Lauscher pentu Viena etc.

Același lucru rezultă și din datele primei și ultimei ninsori la München și Nürnberg — publicate de P.A. Kratzer.

Explicația numărului mai mare de ninsori și a intervalului mai lung în care ele se pot produce la oraș, comparativ cu împrejurimile, constă — după P. A. Kratzer — în puternica emisie de particule de funingine care, răcindu-se în aerul de deasupra, constituie nuclee active de cristalizare.

Rezultatele observațiilor privind durata intervalului cu strat de zăpadă sînt concordante. Numărul zilelor cu strat de zăpadă este, în ciuda ninsorilor mai numeroase, cu circa 10-14 mai mic pentru orașe decît pentru împrejurimile lor. Evident, scăderea duratei stratului de zăpadă în oraș nu trebuie pusă pe seama curățirii ei manuale sau mecanice, în scopuri gospodărești, întrucît acest lucru se face numai

pe arterele de circulație. Cauzele topirii mai rapide a zăpezii, din locurile unde nu a fost înlăturată, sînt temperatura mai ridicată a orașului și impuritățile depuse pe suprafața ei. Acestea din urmă provoacă o scădere considerabilă a albedoului zăpezii, ceea ce determină o creștere proporțională a absorbției radiațiilor solare și, implicit o încălzire mai accentuată.

5.5. Influența precipitațiilor asupra orașului

Depunerile de zăpadă rămase mai multă vreme pe acoperișuri pot ajunge, prin tasare și creșteri repetate, la încărcări statice suplimentare ale construcțiilor respective. Este de ajuns să se arate că un strat de zăpadă gros de 10 cm și cu densitatea de 0,2 g/cm^3, dă o sarcină de 20 Kgf/m^2, pentru a avea o imagine cît de cît reală asupra solicitărilor la care pot fi expuse construcțiile iarna, cînd zăpada stagnează pe acoperișuri mai multă vreme.

Stagnarea depinde evident de forma acoperișului și materialul din care este construit. Pericolul pe care îl prezintă depunerile de zăpadă variază în funcție de grosimea și densitatea zăpezii, ca și de durata stagnării ei pe acoperiș. El variază de la o regiune la alta fiind mai mare în regiunile montane, unde ninsorile sînt mai frecvente și mai abundente. În regiunile de cîmpie pericolul solicitărilor pe care le provoacă depunerile de zăpadă de pe acoperișurile diferitelor construcții crește în intervalele cu viscol.

În munții Europei Centrale, unde durata stratului de zăpadă este mare, permițîndu-i să se taseze și să se îngroașe, densitatea cea mai des întîlnită este de 0,27—0,35 g/cm^3. La valori ale grosimii stratului

de 1 m și densității de 0,30 g/cm^3, sarcina de zăpadă poate atinge 300 Kgf/m^2, ceea ce înseamnă foarte mult.

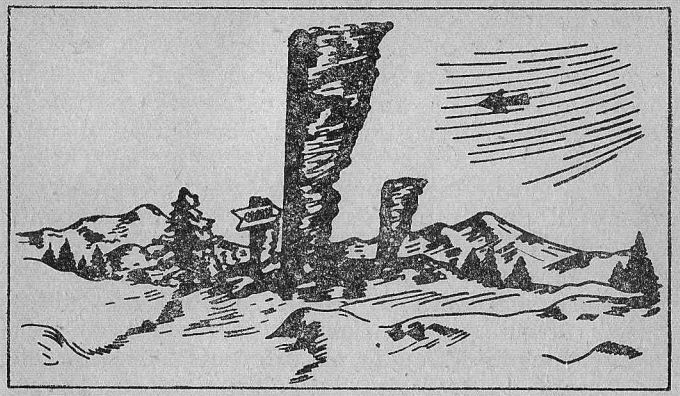
Pe cîmpiile Europei Centrale, zăpada proaspăt căzută are în general o densitate de 0,10 g/cm^3. Cea mai frecventă pentru stratul de zăpadă este însă densitatea cuprinsă între 0,12 g/cm^3 și 0,17 g/cm^3, fapt care arată că zăpada este recentă și stratul are o durată, de regulă, mică. Sarcina de zăpadă care apare la densitatea medie de 0,14 g/cm^3 a stratului gros de 50 cm este de 70 Kgf/m^2.

Aceasta nu înseamnă foarte mult, dar în situațiile de viscol, cînd zăpada este troienită pe anumite părți ale acoperișurilor, solicitările pot deveni periculoase. În literatura de specialitate sînt citate o serie de cazuri concrete în care sarcina de zăpadă a condus la prăbușirea acoperișurilor unor mari construcții.

Depunerile de chiciură tare granulară și de gheață se produc pe suprafețe verticale, provocînd solicitări statice pe catarge, stîlpi, antene etc. Uneori funcționarea posturilor de radioemisie pe unde ultrascurte poate fi deranjată din cauza depunerilor de chiciură tare pe antene. Pe timp favorabil formării ei, chiciura crește în direcția vîntului, formînd adesea un fel de drapele (v. figura 18) ce dau sarcini de 20-30 Kgf/m^2.

Depunerile de chiciură tare sau polei pe crengile arborilor măresc suprafața expusă presiunii vîntului, ceea ce favorizează în numeroase cazuri ruperea acestora. În orașele și așezările montane depunerile de chiciură constituie o primejdie reală pentru liniile de înaltă tensiune și de comunicații telefonice.

La cîmpie pericolul este mai redus, el crescînd însă în cazul construcțiilor foarte înalte cum sînt turnurile de televiziune, antenele, macaralele-turn etc.



18. „Drapele" de chiciură.

6. VÎNTUL ÎN ORAȘ

Asupra mișcărilor aerului, orașul exercită două categorii de influențe, substanțial deosebite între ele. Prima categorie se referă la rolul pe care îl joacă orașul în geneza sistemului de vînturi urbane, iar a doua, la modificările pe care le introduce acesta în evoluția mișcărilor generale ale atmosferei sau, în orice caz, a mișcărilor comandate de repartiția presiunii la scară regională.

6.1. Sistemul brizelor urbane

Supraîncălzirea orașului, în comparație cu împrejurimile, determină apariția unor fluxuri ascendente de aer, a căror existență are un caracter aproape permanent. Deficitul de masă care se produce ca urmare a acestor curenți ascendenți dă naștere unei

microdepresiuni barice, localizată strict, deasupra perimetrului urban. Aerul mai rece şi mai dens al cîmpurilor învecinate se deplasează conform legilor dinamicii, din toate direcţiile, către minimul baric urban. Apare astfel sistemul brizelor urbane, pe care P. A. Kratzer l-a numit „vîntul cîmpurilor", după locul din care vin volumele de aer. Acest sistem convergent de vînturi, cu caracter de briză, poate să apară şi să persiste numai dacă viteza curentului general de aer nu depăşeşte 2 m/s.

H. Berg consideră că pentru apariţia sistemului brizelor urbane este suficientă prezenţa unei diferenţe termice de 5°C şi a unei diferenţe barice de 0,07 mb. Aceste condiţii sînt îndeplinite adesea în serile zilelor calde de vară, ceea ce dă naştere unor vînturi cu viteze de pînă la 3,3 m/s. Deoarece distanţele pe care se resimt sînt mici, brizele urbane nu suferă influenţa forţei lui Coriolis, fapt pentru care direcţia lor este perpendiculară pe izobare. După H. Berg, brizele urbane pot fi observate numai la periferiile oraşelor. Aerul cîmpurilor învecinate împrospătează astfel atmosfera periferiilor, în timp ce pîcla şi ceaţa industrială sînt împinse către cartierele centrale ale oraşelor. Din cauza acestui proces, care se produce mai ales noaptea şi a circulaţiei auto foarte intense, care are loc ziua, zonele centrale ale oraşelor sînt cele mai puţin propice vieţii oamenilor, animalelor şi plantelor.

Sistemul brizelor urbane a fost pus în evidenţă de numeroase observaţii concrete, efectuate în diverse oraşe. Cercetătorul A. Schmauss, care a folosit pentru prima oară termenul de „brize urbane", le-a observat la Dortmund, W. R. Eckardt la Essen, F. Steinhauser la Viena etc.

Roza frecvenţei vînturilor construită de A. Rethly pentru Budapesta arată o predominare netă a

vînturilor vestice, care nu apare la staţiile din împrejurimi. Aceasta se datoreşte prezenţei brizelor urbane convergente, staţia fiind aşezată în partea de vest a oraşului.

În cazul producerii brizelor urbane, părţile centrale ale oraşelor, care nu sînt afectate de ele, pot înregistra foarte adesea starea de acalmie.

Vînturile circulaţiei generale, cu viteze depăşind 2-3 m/s, provoacă distrugerea sistemului brizelor urbane împrăştiind totodată pînza de pîclă şi ceaţa de deasupra oraşului.

6.2. Influenţa oraşului asupra vînturilor circulaţiei generale

Influenţa oraşului asupra vînturilor circulaţiei generale se manifestă atît în ceea ce priveşte direcţia, cît şi viteza.

Modificările de direcţie se datoresc orientării extrem de variate a străzilor dintr-un oraş, care face ca în interiorul său curenţii de aer să nu mai corespundă curentului general din afara sau de deasupra perimetrului urban.

La rîndul lor, modificările de viteză sînt cauzate de caracterul profilului urban, ele putînd fi evidenţiate atît prin compararea datelor obţinute în oraş cu cele obţinute în împrejurimi, cît şi prin analiza datelor dintr-un şir lung de ani, în care oraşul a înregistrat o dezvoltare accentuată.

Masivul de clădiri care alcătuieşte un oraş constituie, pentru masele de aer aflate în deplasare de-a lungul suprafeţei terestre, un obstacol asemănător celui oferit de un deal sau o pădure oarecare. Datorită frecării cu zidurile clădirilor de înălţimi diferite, o parte însemnată a energiei interne a aerului în mişcare se consumă. În consecinţă, viteza

vîntului la sol este diminuată, în timp ce schimbul turbulent se amplifică. Între clădiri şi deasupra lor, pînă la o anumită înălţime, aerul turbulent are o mişcare extrem de slabă, formînd aşa-zisa „pernă“

19. Schema curentului de aer deasupra unui oraş (după W. Böer).

sau „cupolă staţionară“ ce funcţionează asemenea unei bariere pe care curentul general trebuie să o escaladeze sau să o ocolească.

Din această cauză, în partea „din vînt“ a oraşului apare o componentă ascendentă a mişcării, iar în partea de „sub vînt“, una descendentă. Deasupra oraşului, la o înălţime dependentă de cea a „cupolei staţionare“, viteza vîntului creşte apreciabil, datorită îndesirii liniilor de curent (v. figura 19). După depăşirea „cupolei staţionare“, în partea de „sub vînt“ a oraşului, liniile de curent se depărtează treptat, pe măsura creşterii secţiunii lui, astfel încît viteza scade, ajungînd la valoarea ei iniţială, dinaintea obstacolului.

Efectul de frînare a vitezei vîntului în oraş este bine exprimat în datele oferite de F. Hummel pentru Karlsruhe şi împrejurimile sale (v. tabelul 16).

Ele arată că frecvenţa vînturilor slabe este mai mare în oraş decît în împrejurimi, iar cea a vînturilor puternice, mai mare în împrejurimi decît în oraş. Lipsa deosebirilor în privinţa vînturilor cu viteze depăşind 12 m/s se explică desigur prin frecvenţa lor extrem de rară.

Tabelul 16

Frecvenţa anuală a vitezelor vîntului la Karlsruhe şi împrejurimi

în (%)

0-4 m/s			4-12 m/s			12 m/s		
oraş	împrejurimi	diferenţa	oraş	împrejurimi	diferenţa	oraş	împrejurimi	diferenţa
88,6	81,5	+7,1	11,5	18,5	—7,2	0,1	0,0	+0,1

Frînarea mişcărilor aerului de către oraş este atît de puternică, încît se resimte foarte clar şi în mediile anuale ale vitezei vîntului (v. tabelul 17). Valoarea ei atinge adesea 20-30%.

Tabelul 17

Mediile anuale ale vitezei vîntului (m/s) în oraş şi împrejurimi

Staţia	oraş	împrejurimi deschise	diferenţa
Berlin	3,0	4,0	—1,0
Halle	2,2	3,0	—0,8
München	2,2	3,5	—1,3

Efectul de frînare a deplasării maselor de aer şi formarea „cupolei staţionare“ ridică probleme importante în legătură cu ventilaţia oraşului, ştiind că această „cupolă“ este puternic impurificată de produsele evacuate în procesul de producţie al numeroaselor întreprinderi industriale şi de circulaţia urbană intensă.

Analiza observațiilor efectuate la Los Angeles și Detroit, în America, indică neîndoielnic influența hotărîtoare a creșterii orașului asupra scăderii vitezei vîntului.

În perioada dintre 1912 și 1927, cînd stațiile meteorologice nu și-au modificat poziția, s-a constatat că viteza vîntului la Los Angeles a scăzut de la 6,0 mile/oră pînă la 1,5 mile/oră, în timp ce la San Diego, oraș situat ceva mai la sud, pe coasta Pacificuui, viteza a oscilat constant în jurul valorii de 6 mile/oră.

Faptul că Los Angeles s-a dezvoltat impetuos în toată această perioadă, atît pe verticală cît și pe orizontală, iar San Diego a rămas aproape neschimbat, constituie singura explicație verosimilă a scăderii vitezei vîntului în cel dintîi.

Datele referitoare la viteza vîntului în Detroit au fost comparate cu cele din portul Huron, aflat în apropiere. În 1907, la Detroit, anemograful a fost pentru ultima dată instalat la o înălțime de 79 m. Cel din portul Huron nu și-a mai modificat din anul 1900 înălțimea de 33 m deasupra solului. Din cauza înălțimii mari la care se afla anemograful din Detroit, viteza vîntului în acest oraș, deși mult mai puternic dezvoltat, era superioară celei din modestul port Huron, diferența negativă înregistrînd 3,1 mile/oră (1909). Treptat însă, pe măsura creșterii verticale și orizontale a Detroitului, viteza vîntului a scăzut aici de la 14,8 mile/oră (1909) la 8,7 mile/oră (1930). În schimb, la stația meteorologică din portul Huron nu s-au înregistrat schimbări esențiale ale vitezei vîntului. De aici rezultă că scăderea permanentă a vitezei vîntului la Detroit nu poate fi pusă pe seama unor schimbări climatice generale, ci numai pe seama dezvoltării neîncetate a orașului.

Paralel cu această dezvoltare crește și înălțimea „cupolei staționare" de aer, de deasupra orașului, fapt care atrage după sine o scădere din ce în ce mai accentuată a vitezei vîntului.

6.3. Particularitățile vîntului în perimetrul urban

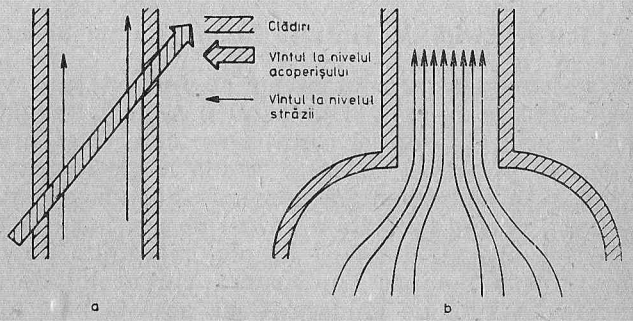
Ca și temperatura, umezeala și precipitațiile, vîntul suferă în interiorul orașului o serie întreagă de modificări calitative și cantitative, care diferențiază din acest punct de vedere o stradă largă de una îngustă, o stradă orientată nord-sud de una orientată est-vest, partea umbrită a străzii de cea însorită etc.

Astfel, străzile lungi și drepte, mărginite de clădiri aliniate compact, au asupra curentului de aer un efect vizibil de ghidare. Dacă aceasta bate oblic față de direcția unei asemenea străzi, este deviat, fără îndoială, în direcția ei. La nivelul străzii viteza vîntului este mai redusă decît la nivelul acoperișurilor, cea mai mare scădere înregistrîndu-se în partea ei de „sub vînt" (v. figura 20 a). În porțiunile brusc îngustate ale străzilor orientate pe direcția vîntului se produce „efectul de ajutaj", adică o creștere apreciabilă a vitezei vîntului, datorită apropierii mari a liniilor de curent (v. figura 20 b).

Iarna, pe străzile orientate perpendicular pe direcția vîntului, slaba mișcare a aerului sau calmul care le caracterizează creează condiții favorabile troienirii zăpezii în timpul viscolelor. În schimb, pe străzile orientate paralel cu direcția vîntului, viteza acestuia se intensifică, zăpada fiind spulberată și troienită mai ales în curți, pe lîngă ziduri și garduri.

Vara, pe timp senin și calm, pe străzile diferit orientate ale orașului iau naștere circulații termice deosebite. Cercetătorul H. Berg a făcut o descriere detaliată a unor astfel de circulații. Acoperișurile

clădirilor de pe străzile orientate est-vest se încălzesc mai mult decît cele ale caselor de pe străzile orientate nord-sud. Aerul cald de deasupra lor se



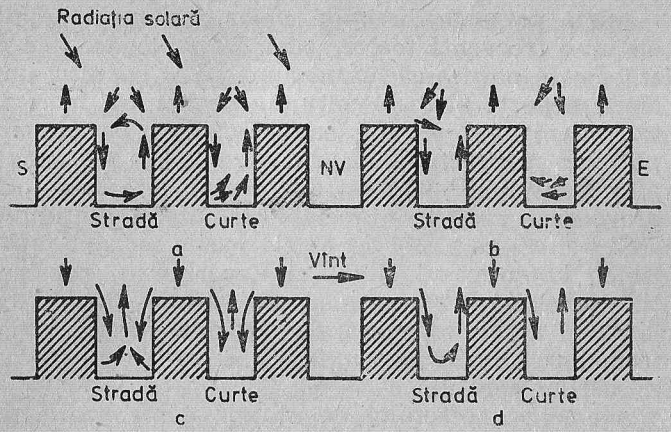
20. Schema curentului de aer într-o stradă cu clădiri dense (a) și la o îngustare a străzii (b) (după W. Böer).

ridică, amestecîndu-se la o înălțime oarecare cu cel de deasupra străzilor, care este înlocuit prin curenți descendenți mai reci.

La nivelul străzii ia naștere o circulație termică dinspre partea umbrită către cea luminată. Pe străzile orientate nord-sud apare la amiază un curent simetric de aer, a cărui componentă inferioară se deplasează pe mijlocul străzii.

Noaptea, aerul răcit la nivelul acoperișurilor alunecă pe străzi, împingînd către înălțimi aerul cald de jos. Are loc astfel o împrospătare a aerului străzii (v. figura 21).

Este ușor de imaginat că apariția unui vînt cu gradient baric mare anulează toate circulațiile termice menționate mai sus.



21. Schema cîtorva tipuri de circulație a aerului pe străzile și în curțile orașului : ziua (a, b) și noaptea (c, d) (după H. Berg).

6.4. Influența vîntului asupra orașului

Din punct de vedere al solicitărilor mecanice, vîntul este, pentru diversele construcții din cadrul orașului, cel mai important factor meteorologic de influență.

Sarcina de vînt apare, pe de o parte, ca presiune uniformă asupra pereților clădirii, iar pe de altă parte, ca presiune discontinuă, pulsatorie, care poate determina sau amplifica fenomene oscilatorii.

Obișnuit, cele două forme sub care se manifestă sarcina de vînt apar simultan, de unde necesitatea de a fi luate în considerare la un loc.

La proiectarea unor construcții care depind în mare măsură de direcția și viteza vîntului (coșuri de fabrici, turnuri, antene etc) calculele nu trebuie să se bazeze numai pe vitezele medii și maxime ale vîntului dominant, ci să ia în considerare vitezele

maxime pe toate direcţiile, chiar dacă unele dintre ele au o frecvenţă foarte slabă. De asemenea, ele nu trebuie să pornească întotdeauna de la condiţia unui cîmp neperturbat al vîntului, pentru că în realitate, datorită terenului sau clădirilor, pe anumite porţiuni şi direcţii se produc strangulări ale secţiunii curentului. Apare astfel „efectul de ajutaj" care provoacă o creştere apreciabilă a vitezei vîntului.

Şi pentru că astfel de efecte locale nu sînt previzibile, ca în cazul cîmpului neperturbat, construcţiile sensibile la viteze mari ale vîntului (poduri rulante în aer liber, macarale-turn etc.) impun o determinare prealabilă, la faţa locului, a intensităţii mişcărilor aerului.

Asemenea „efectului de ajutaj" poate apare, desigur, şi un efect invers, de adăpostire, datorită perturbării locale a cîmpului vîntului, de către diverse obstacole.

Calculele trebuie să ţină seama în acelaşi timp şi de creşterea vitezei vîntului, paralel cu creşterea înălţimii (v. tabelul 18).

Aceasta este valabilă numai pentru valorile medii. Valorile maxime ale vitezei vîntului nu cresc cu înălţimea, dacă se exclude bineînţeles stratul inferior de

Tabelul 18

Viteza medie a vîntului în regiunea oraşului Berlin (m/s)

Nivelul / Anotimpul	Primăvara	Vara	Toamna	Iarna
În apropierea suprafeţei terestre	4,5	3,8	4,3	4,9
300 m	7,8	6,3	8,4	9,7
600 m	8,4	6,8	9,1	10,8
900 m	8,5	7,0	9,2	10,8

10-15 m grosime, unde frecarea este foarte mare şi mişcările aerului încetinite.

Fenomenele oscilatorii sînt proprii construcţiilor înalte sub formă de turn, catargelor, antenelor etc. Pentru acestea solicitările reprezentate prin sarcina de vînt, care amplifică oscilaţii existente, constituie factorul meteorologic de cea mai mare însemnătate.

De obicei, clădirea este deviată din starea de „repaus" printr-un „impuls", ea continuînd că oscileze în jurul poziţiei de repaus, cu o frecvenţă proprie, în absenţa altui impuls. Oscilaţia clădirii este cu atît mai intensă cu cît vîntul are viteză mai mare şi frecvenţa pulsaţiilor lui este mai mică. Presiunea vîntului se manifestă astfel ca un impuls izolat, reprezentat cel mai bine printr-o rafală, adică printr-o creştere şi o scădere rapidă a vitezei vîntului, într-un timp mai mic de un minut.

Sînt însă situaţii în care pulsaţiile vîntului au aceeaşi frecvenţă cu oscilaţiile clădirii, asfel încît rezonanţa lor duce la oscilaţii amplificate şi prelungite, chiar la viteze mici ale vîntului, deoarece, timpul preluării energiei de către clădire este mai îndelungat.

Amplificarea oscilaţiilor prin „impuls" se produce mai frecvent şi presupune viteze mari ale vîntului. În schimb, amplificarea prin rezonanţă se produce mai rar, nu necesită viteze mari ale vîntului, dar este mult mai periculoasă.

În proiectarea diverselor clădiri trebuie aşadar să se aibă în vedere şi aceste influenţe determinate de vînt.

Pe un alt plan, mai general, influenţa vîntului asupra oraşului are o importanţă la fel de mare. Este vorba de planul sistematizării urbane. De această dată, însemnătatea cea mai mare revine direcţiei dominante a vîntului şi nu vitezei lui.

Necesitatea de a lua în considerare direcţia vîntu-

rilor dominante în acțiunea de sistematizare sau construcție a orașelor a fost sesizată de către specialiști încă de multă vreme. Dar, cu toate indicațiile acestora, ea a fost ignorată de arhitecți și constructori.

După primul război mondial, necesitatea considerării vîntului ca factor de influență esențial pentru sistematizarea urbană, a fost însușită de arhitecții și constructorii care în etapa actuală au încă de corectat, în acest domeniu, nenumărate greșeli ale înaintașilor. Cerința fundamentală este aceea de a nu se amplasa unități industriale în partea „din vînt" a orașului, pentru a nu fi impurificată astfel și atmosfera celorlalte cartiere ale lui.

Orașele sovietice nou construite sau reconstruite (Magnitogorsk, Volgograd și altele) în formă de bandă paralelă cu direcția vînturilor dominante respectă această cerință, prin amplasarea în partea „din vînt" a cartierelor de locuit, apoi a celor comerciale și administrative, urmate de întinse spații verzi, după care, în partea de „sub vînt" sînt amplasate întreprinderile industriale.

În România, orașele noi — pentru că li se poate spune astfel unor centre urbane ca Gheorghe Gheorghiu-Dej, Orșova și altele, constituie exemple concludente de amplasare judicioasă, menită să asigure locuitorilor urbani o atmosferă sănătoasă, lipsită de substanțe nocive. Același lucru se poate spune și despre majoritatea cartierelor rezidențiale, apărute, mai ales pe parcursul ultimilor 10-15 ani, în toate orașele țării. Ca urmare, oameni lucrînd în cele mai diverse ramuri ale economiei naționale respiră aer curat fie că trăiesc în marile cartiere bucureștene Balta Albă, Titan sau Drumul Taberei, fie în marele cartier constănțean Tomis, ori în cartierul reșițean Bîrzava etc.

ÎNCHEIERE

Din analiza relației orașului cu clima, prezentată în cuprinsul lucrării de față, rezultă că influențele modificatoare pe care orașul le exercită asupra fiecărui element meteorologic creează o „topoclimă urbană" sensibil diferențiată față de cea a regiunilor înconjurătoare.

Această „topoclimă urbană" este în principal creația factorilor de influență cu caracter constant (materialul de construcție ; profilul ; sistemul de canalizare ; spațiile verzi) și variabil (încălzirea artificială ; impurificarea atmosferei) ai orașului. Față de regiunile înconjurătoare ea se individualizează prin valori mai ridicate ale temperaturii, nebulozității, ceții și precipitațiilor și prin valori mai coborîte ale umezelii, duratei strălucirii Soarelui și frecvenței și vitezei vînturilor.

Ceea ce diferențiază însă mai pregnant „topoclima urbană" de clima împrejurimilor este gradul de impurificare a atmosferei, care constituie în același timp principalul factor genetic al topoclimei respective și o caracteristică importantă a ei.

Cunoașterea științifică a relației orașului cu clima este indispensabilă în construcția, reconstrucția și sistematizarea așezărilor urbane și a complexelor industriale de tot felul. Ea permite alegerea celui mai bun loc de amplasare, a celei mai indicate structuri și a celor mai potrivite forme și soluții tehnice pentru realizarea obiectivelor menționate.

Toate acestea tind să asigure locuitorilor urbani cele mai favorabile condiții de viață și de muncă sub raport climatic.

*

Realizîndu-și cu consecvență planurile de dezvoltare economico-socială, România socialistă a reușit, în același timp, performanța menținerii unei atmosfere curate. În acest scop, încă înainte de intrarea în vigoare a legii privind protecția mediului înconjurător, alte reglementări legale și măsuri vizînd protejarea mediului aerian al locuitorilor urbani au condus la dezafectarea unor întreprinderi emițătoare de substanțe poluante (fabrica bucureșteană de ciment „Titan", de exemplu), la scoaterea din perimetrul urban a unor stații feroviare (gara principală din Constanța, gara bucureșteană Filaret etc.), la limitarea, uneori totală, a pătrunderii în marile gări din interiorul orașelor a locomotivelor cu aburi (Gara de Nord din București) și la numeroase alte acțiuni.

Măsuri importante referitoare la protecția atmosferei în țara noastră decurg și din Legea nr. 58/1974 privind sistematizarea localităților urbane și rurale. Aceasta prevede, printre altele, ca amplasarea obiectivelor industriale și a cartierelor rezidențiale, politico-administrative, social-culturale și comerciale să fie făcută astfel încît să se prevină poluarea atmosferei și a celorlalte componente ale mediului înconjurător.

Efectele conjugate ale celor două legi, privind protecția mediului înconjurător și respectiv, sistematizarea localităților urbane și rurale, asupra calității atmosferei sînt evidente atît în noile centre urbane, unde industrializarea este la început de drum, cît și în puternicele centre industriale de pe întreg cuprinsul țării.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

* * * Directivele Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981—1985 și orientările de perspectivă pînă în 1990, București, Editura politică, 1979, 64 pag.

NICOLAE CEAUȘESCU, *Raport la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român*, București, Editura politică, 126 pag.

ARONIN J. E., *Climate and Architecture* (Progresive Architecture (Book), New York, 1953, 184 pag.

BACH W., *Atmospheric pollution*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1972, 144 pag.

BERENYI D., *Mikroklimatologia*, Akademiai Kiadó, Budapesta, 1967, 215 pag.

BÖER W., *Klimaforschung im Dienste des Stadtebaues*, Berlin, 1954, 163 pag.

BÖER W., *Technische Meteorologie*, B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1964, 194 pag.

BONNEFOUS E., *Omul sau natura*, Editura politică, București, 1976, 462 pag.

CHANDLER T. J., *The climate of London*, Hutchinson and Co. Ltd., London, 1965, 292 pag.

CIPLEA L. I., CIPLEA AL., *Poluarea mediului ambiant*, Editura tehnică, București, 1978, 360 pag.

DORST J., *Înainte ca natura să moară*, Editura științifică, București, 1970, 475 pag.

EMONDS H., *Das Bonner Stadtklima*, Bonn, 1954, 176 pag.

GEIGER R., *Das Klima der Bodennahen Luftschischte, Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie*, Braunschweig, 1950, 225 pag.

GUGIUMAN I., COTRAU M., *Elemente de climatologie urbană*, Editura Academiei R.S. România, București, 1975, 158 pag.

KRATZER P. A., *Klimat goroda*, Moskva, 1958, 239 pag.

MAURAIN CH., *Le climat parisien*, Paris, 1947, 241 pag.

NEGUȚ S., *Un singur pămînt... Omul și mediul înconjurător*, Editura Albatros, București, 1978, 424 pag.

SUTTON O. G., *Mikrometeorology*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1953, 184 pag.

ZAMFIR GH., *Poluarea mediului ambiant*, vol. I, Editura Junimea, Iași, 1974, 615 pag.

SUMAR

Introducere 5
1. Orașul, factor genetic al propriei sale topoclime . 7
2. Radiația solară în oraș 56
3. Temperatura aerului în oraș 63
4. Umezeala aerului și ceața în oraș 83
5. Nebulozitatea și precipitațiile în oraș . . . 97
6. Vîntul în oraș 113
Încheiere 125
Bibliografie selectivă 127

Redactor : SILVIU NEGUȚ
Tehnoredactor : OLIMPIU POPA

Coli de tipar : 4. Bun de tipar : 23.05.1980

Tiparul executat sub cd. 5037/980, la Întreprinderea poligrafică Bacău, str. Eliberării, nr. 63.
REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Lucrarea a fost tipărită pe hîrtie fabricată de I. H. BUȘTENI

STIINTA PENTRU TOTI

116

O carte despre modul în care piatra și betonul zidurilor, tabla, țigla și betonul acoperișurilor, asfaltul și pavajul străzilor etc., elemente atît de caracteristice spațiului urban, modifică, uneori substanțial, caracteristicile climei : circulația atmosferică, radiația solară, temperatura, umezeala aerului, nebulozitatea și precipitațiile. Sînt de asemenea, abordate influențele reciproce oraș-climă și repercusiunile asupra calității vieții urbane.

Editura științifică și enciclopedică Lei 2,60